

Written according to the Syllabus of General Engineering
& Drawing as prescribed by the West Bengal
Education Board.

মাধ্যরণ যন্ত্র-শিল্প ও অঙ্কন

[GENERAL ENGINEERING & DRAWING]

[মাধ্য শ্রেণীর জন্য]

(বিভীষণ অঙ্ক)

*A compulsory subject for
students of the Engineering Group*

BCC.-BA| JK.

শিবপ্রসাদ গঙ্গোপাধ্যায়,
মেক্যানিক্যাল ও ইলেক্ট্রিক্যাল এঞ্জিনিয়ার

SERAMPORE POTAARY CLUE

কে. পি. বসু পাবলিশিং কোং
৪২, কর্ণওয়ালিস ট্রাই, কলিকাতা ৬

প্রকাশক : শ্রীঅয়স্ক বহু, ডি. এ.
৪২, কর্ণওয়ালিস স্ট্রিট, কলিকাতা ৬

প্রথম সংস্করণ : অক্টোবর, ১৯৬০

নক্ষাকর : শ্রীবিশ্বনাথ মুখোপাধ্যায়

মুদ্রাকর : শ্রীত্বিদিবেশ বহু,
কে. পি. বহু প্রিণ্টিং ওয়ার্কস
১১, মহেন্দ্র গোষ্ঠী লেন, কলিকাতা ৬

ভূমিকা

পঞ্চম বঙ্গ শিক্ষা-পর্বৎ কল্টক নির্ধারিত পাঠ্য-তালিকা অনুযায়ী দশম শ্রেণীর
উপযোগী কল্পনা পাঠ্য-শিল্প ও অঙ্কন (General Engineering and
Drawing) পুস্তকের দ্বিতীয় খণ্ড “জ্যামিতিক অঙ্কন” লিখিত হইল। যাহাতে
স্থুকুমারমতি ছাত্রগণের আয়ত্ত করিতে সহজ হুব, সেই কারণে অপেক্ষাকৃত
সহজবেশ্য পক্ষা অবলম্বন করিয়া শিক্ষিতব্য বিষয়টির অবতারণা করা হইয়াছে।

ব্যক্তিগত ভাবে ঘনে হয়, প্রথমে সর্বপ্রকার অঙ্কন-বিজ্ঞা আয়ত্ত করার পর
তবে নবম শ্রেণীতে প্রাবত্তিত পাঠ্য ছাত্রদিগকে আয়ত্ত করিতে দেওয়াই বাধনীয়
ছিল; কারণ উহাতে যে সকল বিষয়ের আলোচনা রহিয়াছে, প্রক্ষেপ
(Projection), খণ্ডিত-দৃশ্য (Sectional Views) প্রভৃতির জ্ঞান ধারিলে তবে
সেই সকল বুবাইতে ও বুঝিতে সহজ হয়,—আর এভিনিয়ারিং কলেজে সর্বজ্ঞ
এই পদ্ধতিটি অবলম্বিত হইয়া থাকে।

এই পুস্তক প্রণয়নে কল্পনগর বি. পি. সি. পলিটেকনিক ইন্সিটিউট-এর
মেক্যানিক্যাল এভিনিয়ারিং-এর লেকচারার, আমার স্বেচ্ছাজন শ্রীশেশচন্দ্ৰ
রায়, B.M.E., বহু বিষয়ে সাহায্য করায় তাহার প্রতি আমার আস্তরিক
গ্রীষ্ম জ্ঞান করিতেছি।

শুল্পত্র

ছাপার এই ভূলগুলি গুরুতরে সংশোধন করিবা নহিতে হইবে :—

পৃষ্ঠা	অণুব	শুল্প
	তালিকা	
	G	G
	'93	'93
	'87	'97

- ১৩ (সম্পাদ্য 2.) ...যুড়ির কৰ্ণ ও $3\cdot 525$ ইঞ্চ ...যুড়ির কৰ্ণ $3\cdot 525$ ইঞ্চ
 „ ৮ম লাইন ...অবস্থায় ঐ যুড়ির... ...ঐ অবস্থায় যুড়ির...
 ১৫ ১ম লাইন E'C E'C"
 ১১৩ ১ম লাইন ... $d_1 0_1$... $d_1 0$
 ১৩৮ ৮ম লাইন ...এখানে স্থিত কৰা হইল, ...এখানে স্থিত কৰা হইল
-

GENERAL ENGINEERING AND DRAWING

Syllabus for Class X

[Students electing the Technical Group are required to study compulsorily General Engineering and Drawing

Instruments and their correct uses.

Bisection of lines and angles.

Drawing of different angles by means of set squares and construction.

Division of a given line into number of equal parts.

Standard sizes of drawing boards lettering.

Type of lines.

Drawing of tangent to circles.

Exercises on touching circles in rectilineal figures.

To construct any regular polygon on a given straight line.

To inscribe polygons in circles.

Circles inscribed in regular polygons.

Correct reading of methods of drawings on ellipse.

Involute of a circle.

Parabola.

Orthographic projects, planes and projection.

Projects of points, lines, planes and simple solids like prisms, cubes, pyramids, etc.

Indication of different materials on drawings.

Sections of these solids on different planes.

Scales and their uses, dimensioning.

সূচীপত্র

শারচেদ		পৃষ্ঠা
১। অ্যামিতিক অঙ্গন	...	১
২। আদর বিবরণ ও ব্যবহার	...	১০
৩। কেবল করিয়া অঙ্গকার্য করিতে হয়	...	২৪
৪। মুক্তি মুদ্রণ	...	৩০
৫। রেখা ও শোণকে দ্বিখণ্ডিত করা	...	৩৯
৬। স্টেট-স্লোয়ারের সাহায্যে এবং অঙ্গ উপায়ে, বিভিন্ন কোণ অঙ্গন করা	...	৪১
৭। রেখাকে বহুভাগে ভাগ করা	...	৪৭
৮। বৃত্ত	...	৪৮
৯। ঝঞ্জ-রেখ ক্ষেত্রের অভ্যন্তরে অন্তর্ভুক্ত অঙ্গন	...	৫২
১০। সরলরেখার উপর স্থায় বহুভুজ অঙ্গন	...	৫৬
১১। বৃত্তের অভ্যন্তরে ধে-কোন স্থায় বহুভুজ অঙ্গন	...	৫৯
১২। উপবৃত্ত, বৃত্তের ইন্ডোলিউট, ও অধিবৃত্ত	...	৬১
১৩। প্রক্ষেপ	...	৭৩
১৪। ছেদ-চিত্র বা খণ্ডিত দৃশ্য	...	১১৪
১৫। বিভিন্ন উপাদান প্রদর্শন করার প্রণালী	...	১৩০
১৬। স্কেল বা 'মানক'	...	১৩২
১৭। মাপাঙ্ক লিখন অঙ্গীকারনী নির্ধণ	...	১৪৫ ১৪৯ ১৬১

সাধারণ যন্ত্র-শিল্প ও অঙ্কন

(General Engineering and Drawing)

বিতীয় খণ্ড

প্রথম পর্বিচ্ছেদ

জ্যামিতিক অঙ্কন (Geometrical Drawing)

অঙ্কনবার যন্ত্রপাতি (Drawing Instruments)—যে সকল যন্ত্রপাতির জাহানে এভিনিয়ারিং ভ্রয়িং করা হয়, তাহাদের মধ্যে প্রধান প্রধানগুলির নাম এই :—

(ক) ‘ডিভাইডার’ (Dividers), (খ) ‘কম্পাস’ (Compasses), (গ) ‘বো-পেন্সিল’ ও ‘বো-পেন’ (Bow Pencil and Bow Pen), ‘ড্রয়িং-পেন’ বা ‘লাইন-পেন’ (Drawing Pen or Line Pen), (ঘ) ‘স্কেল’ (Scales), (ঙ) ‘প্রোট্র্যাক্টোর’ (Protractor), (চ) ‘সেট-কোয়্যার’ (Set squares), (ছ) ‘ড্রয়িং-বোর্ড’ (Drawing Board), (ঙ) ‘টী-কোয়্যার’ (Tee-square), (ঝ) ‘ফ্রেঞ্চ-কার্ভ’ (French curves), ইত্যাদি।

ড্রয়িং-কাগজ (Drawing Paper)—কাগজের উপরে প্রথমে পেন্সিল দিয়া অঙ্কনীয় বস্তু আঁকিতে হয়, এবং আবশ্যক হ'ইলে তাহার উপরে কালি বুলাইয়া লওয়া হয়। যে কাগজে নম্বা প্রত্তি আকা হয় তাহা সাধারণ কাগজ নয়; ইহাকে ‘ড্রয়িং-কাগজ’ (Drawing Paper) বলে। যে নম্বা যত মূল্যবান्, তাহার অন্ত তত দামী কাগজ ব্যবহার করা হইয়া থাকে। সাধারণ কাগজ কলে প্রস্তুত হয় (machine-made paper), আব মূল্যবান্ কাগজ হাতে তৈয়ার হয় (hand-made paper)। যে যে বিভিন্ন আয়তনের কাগজ বাজারে পাওয়া যায়, তাহা এই :—

ডিমাই.....	20×15	ইঞ্চ,	ইন্পৌরিয়াল.....	30×22	ইঞ্চ
মিডিয়ম.....	21×17	“	অ্যাটলাস.....	34×26	“
বয়়াল.....	24×19	“	ডবল-এলিফ্যান্ট.....	40×27	“
স্লুপার-বয়়াল.....	27×19	“	অ্যাটিকোয়ারিয়ান.....	52×31	“

সাধারণ ষষ্ঠি-শিল্প ও অঙ্কন

কোন কোন ক্ষেত্রে উপরে প্রদত্ত মাপের এক-আধ ইঞ্চ তাৰতম্যও সন্দিত
হইয়া থাকে।

সম্ভাৰেৱ ড্ৰয়িং-কাগজেৰ নাম 'কাৰ্ট্ৰিজ কাগজ' (Cartridge paper)।
কাগজ 'তা'-sheet ভাবেও পাওয়া যায়, কিংবা 'ৱোলাৰ'-এৰ উপরে 'জড়ান'-
ভাবেও (in rolls) পাওয়া যায়।

অঙ্কন অভ্যাসেৰ অন্ত কেহ কেহ অল্পদামেৰ কাৰ্ট্ৰিজ-কাগজেৰ বাঢ়া
ব্যবহাৰ কৰিয়া থাকেন।

ড্ৰয়িং-বোৰ্ড (Drawing-Board)—উত্তমকল্পে সীজন বোৰ্ড (well
seasoned) পাইন কাঠ হইতে বোৰ্ড (board) নিৰ্মাণ কৰা হয়। চারি কোণে

পিন (drawing pin)

[চিৰ নং 33] দিয়া



আঙুলেৰ চাপে কাগজ

বোৰ্ড-এৰ উপরে আটা হয়

বলিয়া নৱম কাঠ ব্যবহাৰ

কৰা হয়; তাহা ছাড়া

পাইন কাঠ হাঙ্কা হওয়াৰ

বোৰ্ড নাড়াচাড়া কৰিতে

কষ্ট কৰ হয়। দুইখানি

পাতলা চওড়া কাঠকে

মাৰখানে মজবূত কৰিয়া

জোড় দিয়া দুই প্রান্তে

দুইখানি ফালি কাঠ তাহাৰ

সহিত সমান কৰিয়া জোড়

থুৱা

ড্ৰয়িং বোৰ্ডেৰ আকাৰ

চিৰ নং 1

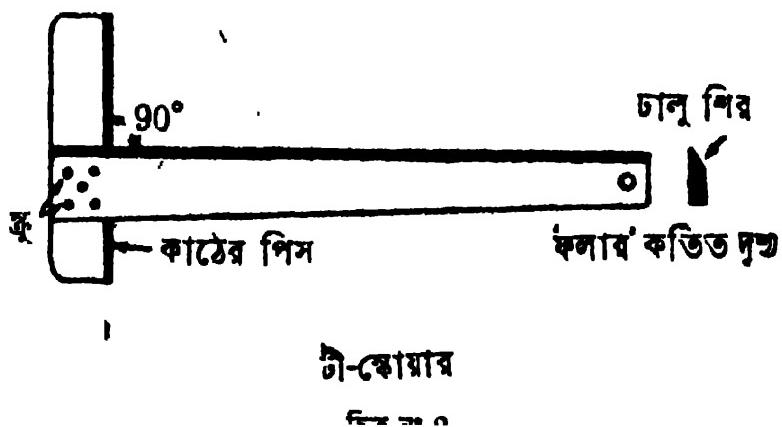
দিতে হয়। চওড়া-কাঠ দুইখানিৰ ঝাঁশ (fibre) লম্বালম্বি, আৱ দুইপ্রান্তেৰ কাঠেৰ
ঝাঁশ আড়াআড়ি বাধা হয়। অনন্তৰ দুইপাশেৰ ফালি-কাঠ দুখানিৰ কিনারাকে
টাছিয়া নিখুঁতভাৱে সোজা কৰা হয়,—কাৰণ ইহাৰ পায়েৰ সঙ্গে ভিড়িয়া 'টি'-
কোয়াৰ (Tee-square) [চিৰ নং ৩ প্রক্ষেপ্য] সাতাস্বাত কৰিবে। জোড়গুলি
মজবূত কৰাৰ অন্ত শিৰীষ ব্যবহাৰ কৰা হইয়া থাকে। অনেক বোৰ্ড-এ নৌচেৰ

অ্যাধিতিক অকল

দিকে আড়াআড়িভাবে দুইটি ‘খুরা’ দেওয়া থাকে; তাহাতে বোর্ড সহজে বাকিয়া থায় না। নং ১ চিত্রে ‘মেখান’ বোর্ড অপেক্ষা মৃগ্যবান् বোর্ড-ও আছে, তাহাতে এমন ব্যবস্থা থাকে যাহাতে অতিরিক্ত শীত বা উত্তাপে বোর্ড বাকিয়া যাইতে না পারে।

- ব্যবহৃত কাগজের আয়তন অন্যায়ী বোর্ডের আয়তনও ভিন্ন ভিন্ন হয়। সচরাচর বোর্ড-এর দৈর্ঘ্য ও প্রস্থ কাগজের দৈর্ঘ্য ও প্রস্থ অপেক্ষা চারিদিকে ইঞ্চ-খানকে করিয়া বাড়তি থাকে।

‘টি-স্কোয়ার’—দেখিতে ইংরাজী-অক্ষর ‘T’-এর মত বলিয়া ইহার নাম ‘টি’-স্কোয়ার। একটি মোটা ও ছোট কাঠের টুকরার মাথার সঙ্গে পাতলা

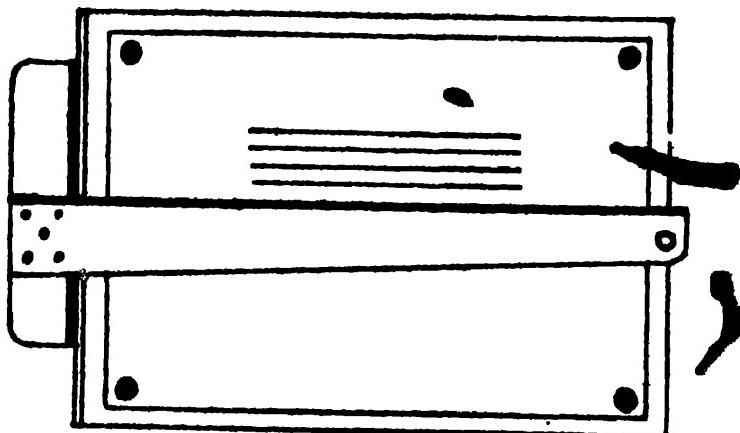


একখানি কাঠের ফালি (blade) কু দিয়া আটা। ‘মাথা’টির সঙ্গে ফলাটির কোণ ঠিক 90° । ‘ফলা’র উপরের শির (edge) চালু (bevel) করিয়া কাটা, ও এই ‘শির’-এর অংশ আবলুস কাঠ (ebony) দিয়া তৈয়ারি। যাহাতে নিজ ব্যবহারেও শির সম্পূর্ণ খাজু থাকে, তাহার অঙ্গ এখানে শক্ত কাঠ আবলুস দেওয়া হয়। সামী ‘টি’-স্কোয়ার-এর ফলা (blade)-টি মেহগিনি কাঠের হইয়া থাকে। ছোট কাঠের টুকরা (বা ‘মাথা’)-র উপর ফলাটি ঠিক 90° -ভিত্তি করিয়া বসাইয়া কু দিয়া উহা করিয়া দেওয়া হয়,—এবং উপরস্তু একটি কিংবা দুইটি কাঠের পিস টুকিয়া দিয়া ‘ফলা’ধানিকে ব্যাবস্থ দ্বানে রাখা হয়।

ব্যবহার করিবার সময় কেবল তাহার ‘ফলা’-র উপরের দিকের চালু কিনারাই ব্যবহার করিতে হয়; মাথাটি বোর্ড-এর বাঁ পাস্ত ছুইয়া উপরে-নীচে

• সাধারণ ষন্ট-শিল্প ও অঙ্কন

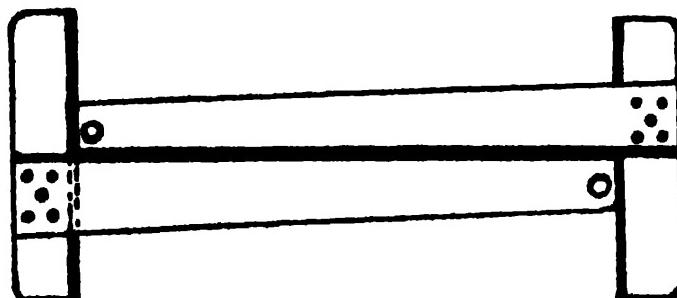
যায় আৰু আসে, এবং ‘ফলা’ (blade)-এৰ তেৱছা শিরেৱ উপৱ দিয়া পেশিল
কিংবা ‘লাইন-পেন’ টানিয়া লহালমি সমাঞ্চস্তৰাল বেখা টানা হয় (চিত্ৰ নং ৩) ।



ড্রইং-বোর্ডেৱ উপৱে চাৰি কোণে চাৰিটি ড্রইং-পিন দিয়া কাগজ
আটিয়া টী-ক্লোয়্যারেৱ সাহায্যে সমাঞ্চস্তৰাল অনুভূমিক বেখা টানা হইয়াছে ।

চিত্ৰ নং ৩

‘টী-ক্লোয়্যার’ ব্যবহাৰেৱ সময় কেবল তাহাৰ ঢালু কিনাৱাই ব্যবহাৰ কৰাৱ
কাৰণ এই যে, উহাই ‘মাথাৰ’ সঙ্গে ঠিক 90° কৰিয়া নিৰ্মিত । যদি দুইখানি
‘টী-ক্লোয়্যার’ উন্টা-পাণ্টা কৰিয়া (চিত্ৰ নং ৪) একখানি অন্ধখানিৱ উপৱে



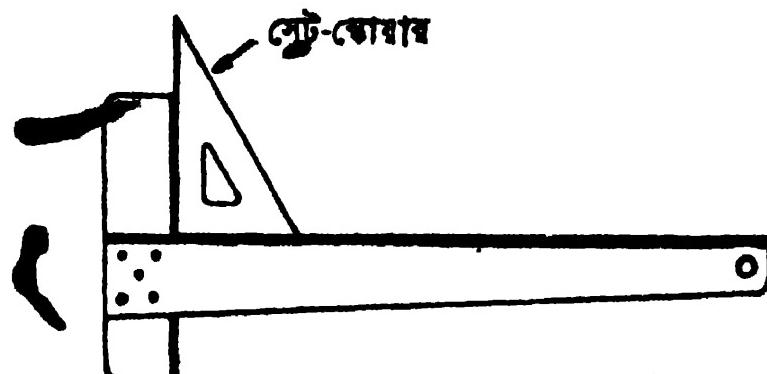
দুইখানি টী-ক্লোয়্যার দ্বাৰা ফলকেৱ ঢালু দিকেৱ
ত্বক্টি পৰীক্ষা ।

চিত্ৰ নং ৪

ৰাখিবা দেখা যায়, তবে যদি উহাদেৱ স্পৰ্শ-বেখা ভেদ কৰিয়া পিছনদিক হইতে
আলো আসিতে দেখা না যায়, তবে উহাদেৱ ঢালু কিনাৱা যে আজু আছে,
তাহা সহজেই বুৰা যায় । এইকলপে উহাৰ ‘ফলা’ৰ আজুতা পৰীক্ষা কৰা হয় ।

‘ফলা’ উহাৰ ‘মাথাৰ’ সঙ্গে 90° -ডিগ্রিতে আছে কি না তাহা পৰীক্ষা

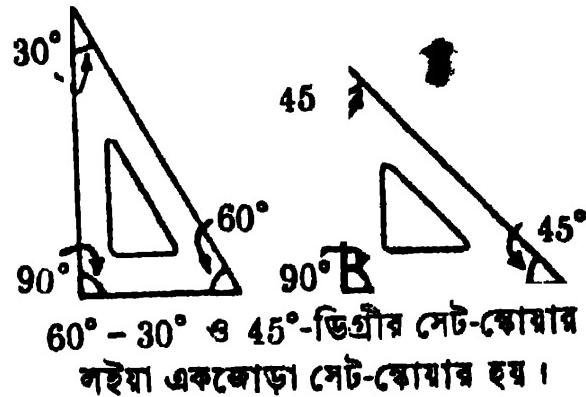
করিতে হইলে একখানা 'সেট-ঙোয়ার-এর 90° -কোণ এ কোণের উপরে ধরিলে, যদি সেট-ঙোয়ারের কিনারা-ছাইটি টী-ঙোয়ারের 'মাথা' ও 'ফলা'র কিনারার সঙ্গে মিলিয়া থাই, তবে বুঝা থাইবে কোণ 90° আছে (চিত্র নং ৫) ।



সেট-ঙোয়ার দিয়া টী-ঙোয়ার পরীক্ষা ;

চিত্র নং ৫

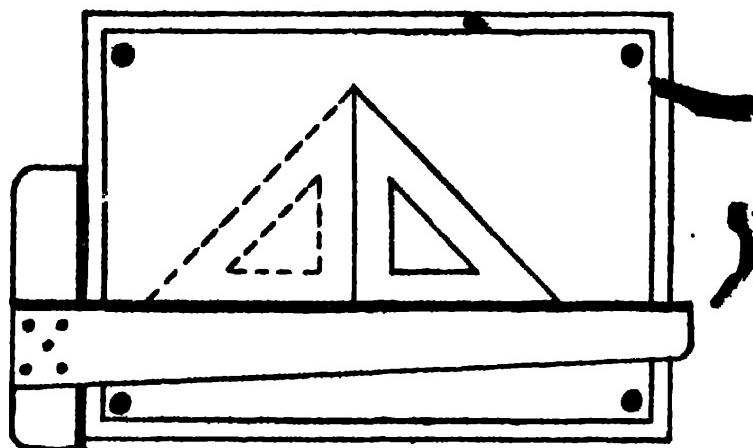
'সেট-ঙোয়ার' (Set-squares) ও উভাদের ব্যবহার—
এইগুলি ত্রিভুজাকার, ও কাঠ,
এবনাইট, সেলিউলয়েড, এমন
কি টিনের চাদর হইতেও তৈয়ার
করা হইয়া থাকে । কাঠের
গুলি সস্তা, কিন্তু ব্যবহার
করিতে করিতে বাকিয়া থাইতে
পারে ; সেলিউলয়েড-এর গুলি ও
বাকিয়া থাই, কিন্তু এবনাইটের
গুলি বাকে না । অগ্রদিকে
সেলিউলয়েড-এর সেট-ঙোয়ারের সুবিধা এই যে, ঐগুলি কাচের মত অচ্ছ
পাওয়া থাই বলিয়া ড্রঃ করিবার সময় নৌচের সমস্ত অফিস রেখা থাই,
তাই ইহাতে কাজের বড় সুবিধা হয় । সাধারণ কাজের অঞ্চল হইতে ৮ ইঞ্চি
বাহ-ওয়ালা সেট-ঙোয়ার ব্যবহৃত হইয়া থাকে ; তবে ইহা অপেক্ষা ছোট কিংবা
বড়ও থাকে, আর আবশ্যিক বুবিয়া তাহাও ব্যবহার হয় । অস্ততঃ একখানি
 $85^{\circ}-90^{\circ}-85^{\circ}$ ডিগ্রি, ও অন্তর্বানি $60^{\circ}-90^{\circ}-30^{\circ}$ ডিগ্রি, সেট-ঙোয়ার থাকা চাই ।



চিত্র নং ৬

• সাধারণ যন্ত্র-শিল্প ও অক্ষন

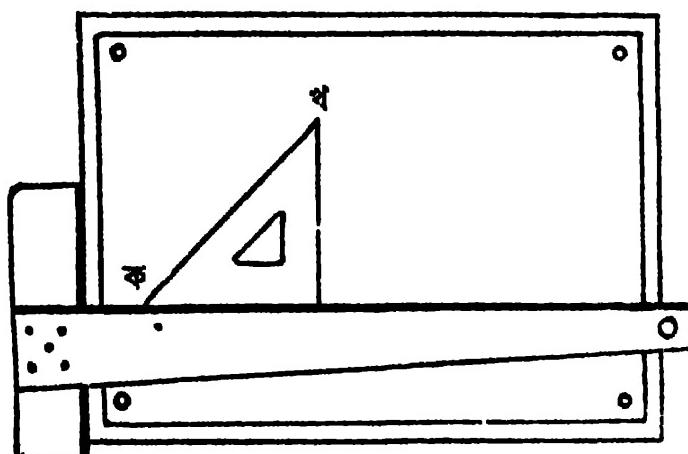
‘সেট-ঙ্কোয়ার’ পরীক্ষা—সেট-ঙ্কোয়ারের কিনারাঙ্গলির অঙ্গুতা ও কোণগুলির ব্যাখ্যার উপরেই উহার ব্যবহার্যতা। 90° -ডিগ্রি কোণ টিক আছে কিনা দেখিবার প্রণালী এই :—৭ নং চিত্রে দেখান’-মত, টৌ-ঙ্কোয়ারের



সেট-ঙ্কোয়ারের 90° -কোণ পরীক্ষা

চিত্র নং ৭

ফলার উপরে সেট-ঙ্কোয়ার বসাইয়া এক লম্ব-রেখা টান ; এইবাবে সেট-ঙ্কোয়ার ঘূরাইয়া ফুটকি ফুটকি রেখায় দেখান’-অবস্থায় পাত’ ; এখন যদি এই অবস্থ উহার উর্ধ্বাধঃ-শির টিক পূর্বের লম্ব-রেখার সহিত সমরেখায় পড়ে, তবে 90° -কোণ



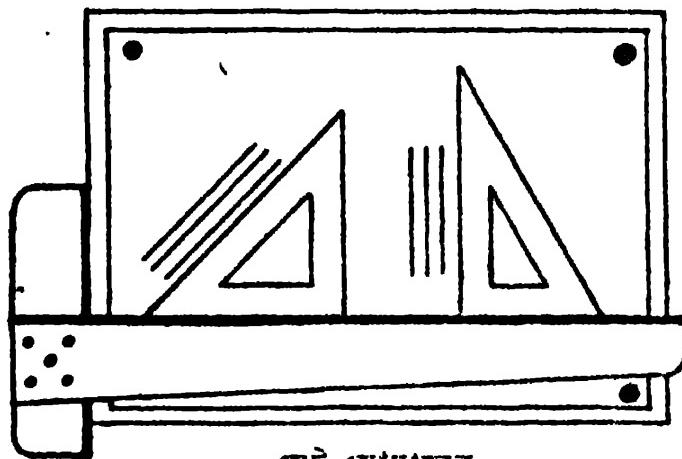
সেট-ঙ্কোয়ারের 45° কোণ পরীক্ষা কর।

চিত্র নং ৮

জ্যামিতিক অঙ্কন

ঠিক আছে বুঝিতে হইবে। সেট-কোয়্যারের 45° -ডিগ্রি কোণের নির্দলতা পর্যৌপি করিতে হইলে, বোর্ডের উপরে টি-কোয়্যার পাতিয়া তাহার উপরে 45° -ডিগ্রি সেট-কোয়্যারখানি রাখ, (চিত্র নং ৪), ও পেনিল দিয়া কাগজের উপরে ‘কথ-রেখা টান। এইবার টি-কোয়্যার না নড়াইয়া, সেট-কোয়্যারের অঙ্গ 45° -ডিগ্রি কোণটি ঐ অবস্থানে আন ; যদি ‘টি-কোয়্যার ও কথ-রেখার অন্তর্গত কোণের সঙ্গে এই কোণটি মিলিয়া যায়, তবে সেট-কোয়্যার ঠিক আছে।

‘টি-কোয়্যার’ দিয়া অমুভূমিক সমান্তরাল রেখা (parallel horizontal lines) আকা হয়, আবার ‘টি-কোয়্যার’-এর উপরে সেট-কোয়্যার বসাইয়া উর্ধ্বাধঃ (vertical) কিংবা ঢালু (slanting) সমান্তরাল রেখা আকা হইয়া থাকে। আবার টি-কোয়্যারের উপরে যে-কোন ভাবে সেট-কোয়্যার বসাইয়া একটু একটু

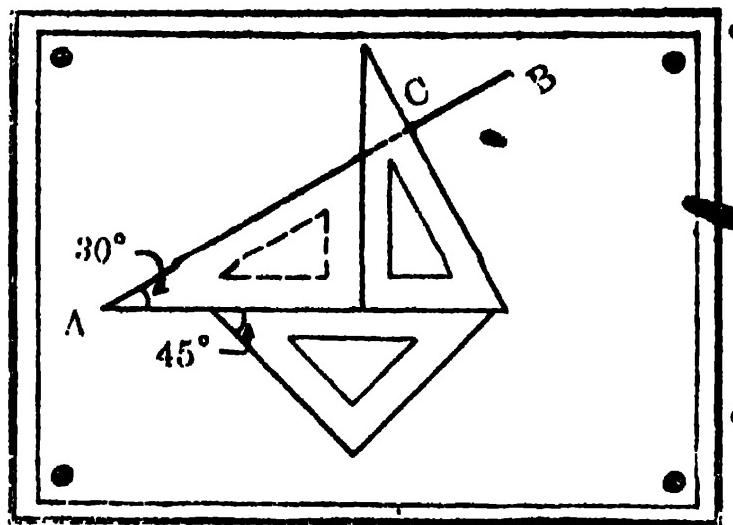


সেট-কোয়্যারের
সাহায্যে উর্ধ্বাধঃ ও ঢালু সমান্তরাল রেখা অঙ্কন
চিত্র নং ৭

করিয়া সরাইলে একই আনতির যত ইচ্ছা সমান্তরাল রেখা আকা যাইতে পারে। (চিত্র নং ৭)।

আবার কোন রেখার উপর লম্ব কেবল মাত্র সেট-কোয়্যারের সাহায্যে আকা যায়। ঘনে কর AB সেই রেখা (চিত্র নং 10) ; ইহার উপরের C-বিন্দু হইতে কোন লম্ব অঙ্কিত করিতে হইবে। এক্ষেত্রে $30^{\circ}-60^{\circ}$ সেট-কোয়্যারের সর্বাপেক্ষা অধিক লম্বা দিককে AB-র সম-রেখায় স্থাপন কর ; এইবার 45° -সেট-কোয়্যারের সর্বাপেক্ষা লম্বা দিককে প্রথমোক্ত সেট-কোয়্যারের সঙ্গে ঠেকাইয়া এমনভাবে স্থাপন কর যে এই 45° -সেট-কোয়্যারের ঐ দিকটা 60° -সেট-কোয়্যার ছাড়াইয়াও

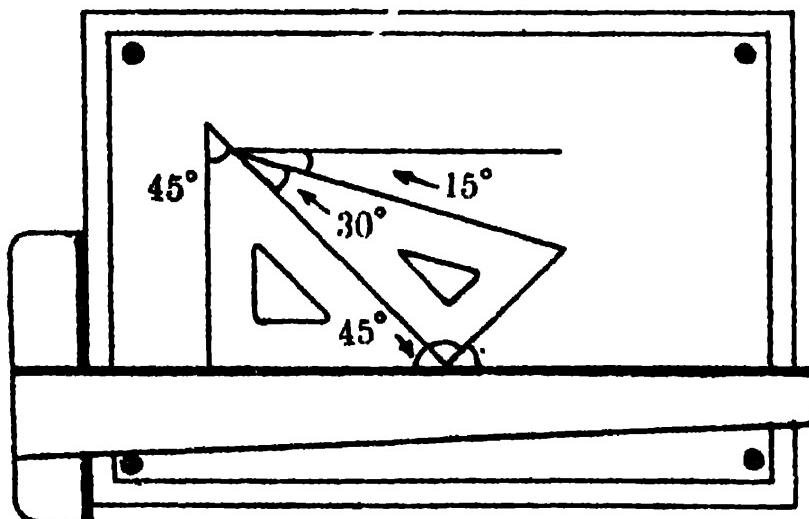
কিছু বাড়িয়া থাকে। এইবার প্রথম সেট-ক্ষোয়্যারকে উঠাইয়া, উহার ছোট দিকটা 45° -সেট-ক্ষোয়্যারের বাড়তি দিকের উপরে এমনভাবে রাখ, যাহাতে



চিত্র নং 10

উহার সর্বাপেক্ষা বড় দিকের কিনারা C-বিন্দুর উপর দিয়া যায়। এইবার পেসিল লইয়া দাগ কাট।

সেট-ক্ষোয়্যারের সাহায্যে 15° -কোণ অঙ্কন—প্রথমে টী-ক্ষোয়্যারের সাহায্যে কাগজের উপরের দিকে একটি শয়ান রেখা আঁক (চিত্র নং 11) ; পরে টী-ক্ষোয়্যারকে উপর্যুক্ত পরিমাণে নীচে নামাইয়া আনিয়া



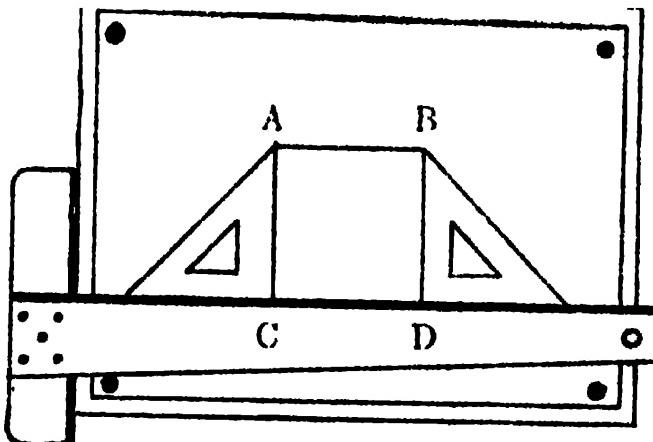
চিত্র নং 11

অ্যামিতিক অঙ্কন

তাহার উপরে 45° -সেট-ঙোয়্যারটি পাত, ও তাহার গায়ে 60° - 30° -সেট-ঙোয়্যারটির 30° -কোণটি এমনভাবে ঠেকাইয়া দাও, যাহাতে উহার এক শীর্ষদেশ শবান রেখাটি স্পর্শ করে; তখন উহার ঐ কোণের কিনারা ছুইয়া রেখা টানিলে, তাহা প্রথম রেখা, (অর্থাৎ শবান রেখা) -র সহিত, 15° -কোণে আনত থাকিবে।

বর্গক্ষেত্র অঙ্কন—প্রথমে টী-ঙোয়্যারের সাহায্যে উপরুক্ত দৈর্ঘ্যের শবান AB -রেখা অঙ্কিত

কর এবং বর্গক্ষেত্রের অস্থক দৈর্ঘ্যের সমান করিয়া, টী-ঙোয়্যারকে নীচে নাড়াইয়া আনিয়া ষে-কোন-একটা সেট-ঙোয়্যারের খাড়া কিনা-রাও সাহায্যে A হইতে টী-ঙোয়্যার পর্যন্ত একটা লম্ব AC আক, এবং টী-



চিত্র নং 12

ঙোয়্যারকে না নাড়াইয়া, সেট-ঙোয়্যারকে তুলিয়া লইয়া উহার দ্বারা B -বিন্দু হইতে BD পর্যন্ত আর একটা লম্ব আক; অন্তর টী-ঙোয়্যারের সাহায্যে CD -রেখা টান। ইহাতে $ABCD$ —একটা বর্গক্ষেত্র অঙ্কিত হইল।

এইভাবে ষে-কোন আনতির কোণ-সম্পর্কিত ক্ষেত্র প্রস্তুতি অঙ্কিত করা যায়।

দ্বিতীয় পরিচ্ছন্ন যন্ত্রাদির ব্যবহার ও ব্যবহার

বৃত্ত, চাপ প্রভৃতি অঙ্কন করিতে কম্পাস (Compasses) ব্যবহার করা হয়, আর কোন দুই বিন্দুর দূরত্ব নিরূপণ করিতে, কিংবা নক্সার এক জায়গা হইতে কোন মাপ অঙ্গ জায়গায় লইয়া যাইতে ডিভাইডার (Dividers) ব্যবহার করা হয়। যদি বাংলা পরিভাষা ব্যবহার করিতেই হয়, তবে ইহাদের, যথাক্রমে, ‘বৃত্তক’ ও ‘বিভাজক’ নাম দেওয়া যাইতে পারে।* যত্নসহকারে নির্মিত যন্ত্রের উৎকর্ষ-অপকর্ষতা বিচারে ইহাদের আকার ও মূল্য বহু প্রকারের। এখানে উল্লেক্ষ যন্ত্রের গঠন-ক্রোশল ও তাহাদের বিশেষত্বের সাধারণ বর্ণনা দেওয়া হইতেছে।

বে-জাতীয় যন্ত্র ছাত্রগণ ব্যবহারিক জ্যামিতির জন্য এতাবৎ ব্যবহার করিয়া আসিয়াছেন, এঞ্জিনিয়ারিং ড্রাফ্টিং-এ সে-জাতীয় অল্লম্বলেজের যন্ত্রে কাজ ভাল হয় না; কারণ এঞ্জিনিয়ারিং-এর জন্য যে সব নক্সা প্রস্তুত হয়, তাহাতে যে পরিমাণ সঠিকতা (accuracy)-র আবশ্যক করে, তত সঠিকভাবে ঐ সব যন্ত্র দ্বারা এসব নক্সা প্রস্তুত অনেক ক্ষেত্রে অসম্ভব হইয়া পড়ে।

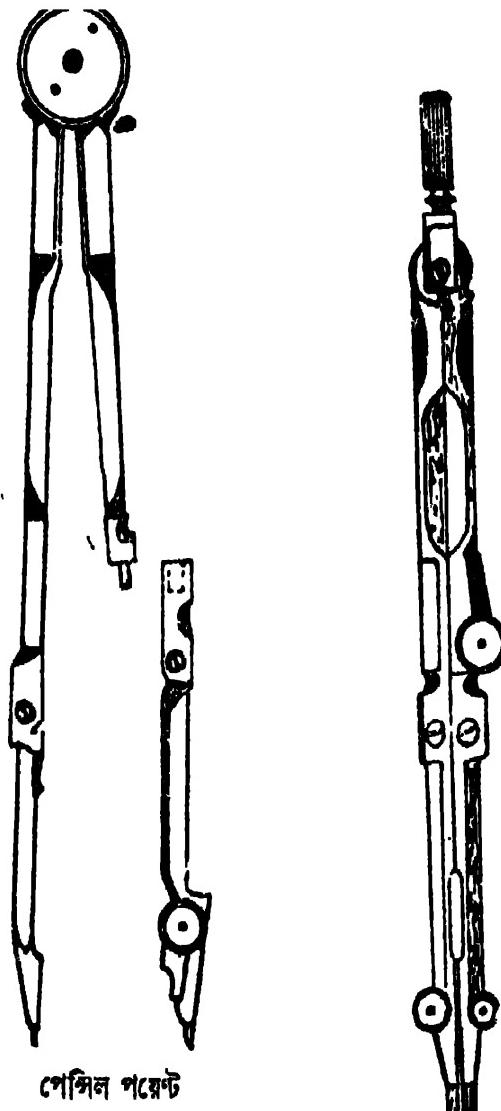
“কম্পাস” (Compasses) বা “বৃত্তক”, এবং “ডিভাইডার” (Dividers) বা “বিভাজক” একই জাতীয় যন্ত্র; প্রভেদের মধ্যে এই যে, শেষোক্ত যন্ত্রের উভয় পাদ (legs)-ই অতিশৃঙ্খল লোহ-শলাকায় পর্যবসিত (চিত্র নং 14), কিন্তু প্রথমোক্তটি (অর্থাৎ “বৃত্তক” বা কম্পাস) তাহা নহে; ইহার এক পাদের সঙ্গে এমন ব্যবস্থা থাকে যে, তাহাতে পেন্সিলের সীস (lead) চুকাইয়া দেওয়া যায় (চিত্র নং 13)।

মূল্যবান् যন্ত্র সাধারণতঃ জার্মান-সিলভার (German silver), ‘ইলেক্ট্ৰা’ (Electra); অ্যালুমিনিয়ম (Aluminium) প্রভৃতি হইতে নির্মিত হইয়া থাকে; আর অল্লম্বলেজের গুলি পিতলের হয়। ভাল যন্ত্রের উপরে ইলেক্ট্ৰোপ্লেট † (Electro-plate) করা থাকে। পিতলের যন্ত্র ব্যবহারে উহারা কালজৰমে ম্যাড-

* মনে হয়, এইজাতীয় অতি প্রচলিত নাম সকলের পরিবর্তে বাংলা প্রতিশব্দের প্রবর্তন করাই বাহ্যীয়।

† ড্রাই-সাহায্যে যন্ত্রের উপরে নিকেল, ক্রোমিয়ম প্রভৃতি ধৰান।

মেড়ে ইঁয়া ধাপ, হাতে কলঙ্কা-দাগ লাগে, ও সেই দাগ কাগজে লাগে ; ইহাতে তাহা হয় না । অ্যালুমিনিয়মের যন্ত্র হাঙ্কা বটে, কিন্তু উগুলি কম মজবুত ।



পেন্সিল পয়েন্ট
(Pencil point)

কম্পাস
(Compasses)

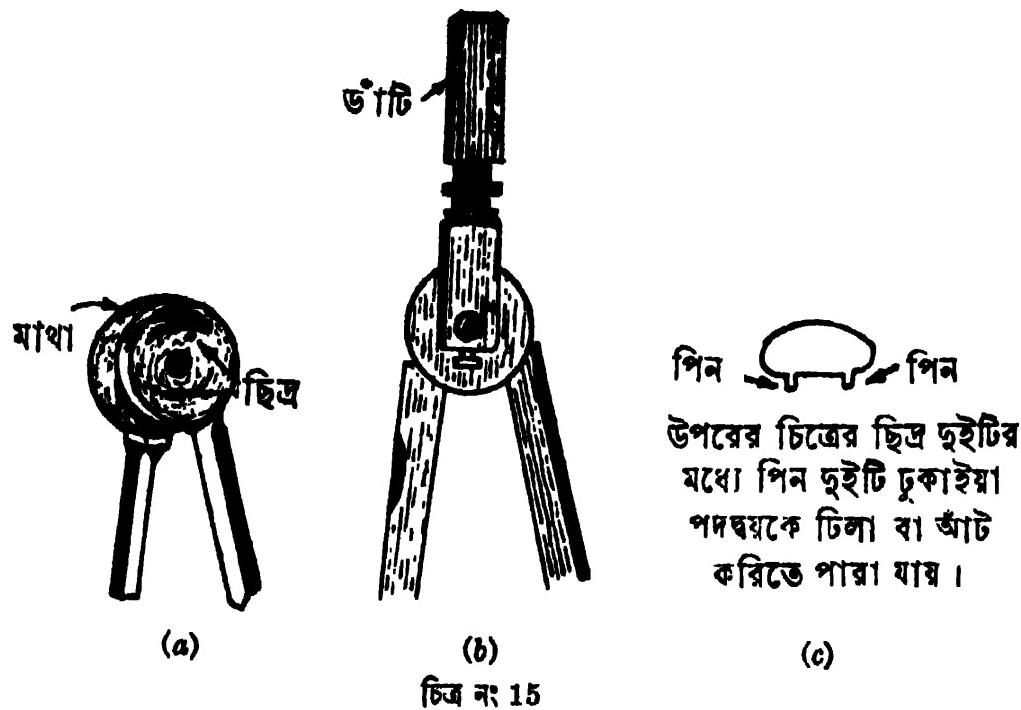
চিত্র নং ১৩

ডিভাইডার
(Divider)

চিত্র নং ১৪

ডিভাইডার-এ বিশেষ লক্ষণীয় বিষয় এই যে, উহাদের ‘পয়েন্ট’ (Point) দুইটি যেন ঠিক একই বিন্দুতে মিলিত হয়,—ডিভাইডার বন্ধ করিলে যেন দুই পয়েন্টের মধ্যে কিছুমাত্র ফাঁক না থাকে,—কিংবা কোনটি সামান্যও সাইন ছাড়িয়া এদিক-ওদিক না হয়, বা উচু-নীচুও না হয় । কোন কোন ডিভাইডারের

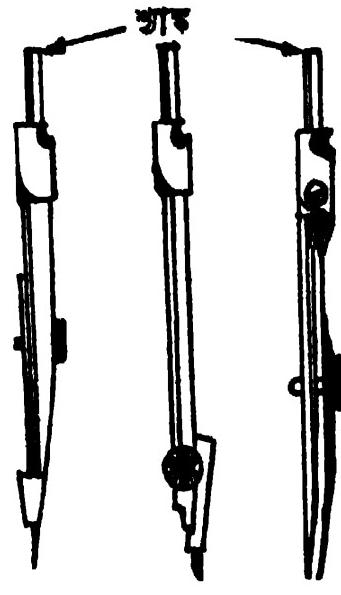
‘পয়েন্ট’ দুইটি কখন কখন দৈর্ঘ্য সামান্য ছোটবড়ও থাকে; এটি দোষের। ইহাতে, কোন রেখাকে কতকগুলি সমান ভাগে ভাগ করিবার সময় ভাগগুলি একান্তর ক্ষেত্রে ছোট ও বড় হইতে থাকে; কারণ এইরূপে ভাগ করিতে হইলে, ডিভাইডারের মাথাটা ধরিয়া উহাকে একবার বানাদিকে আরী একবার ভানাদিকে ঘূরান’ হইতে থাকে যাহাতে যন্ত্রটির পুনর্ব্যবহৃত ঠিক বক কিংবা অঙ্গ পাখীর মত একবার বাঁ-পা আর একবার ডান-পা আগে ফেলিয়া বিভাজ্য। রেখার উপর সূক্ষ্ম সূক্ষ্ম বিন্দু ফেলিয়া অগ্রসর হয়। তাই ‘পয়েন্ট’ দুইটি দৈর্ঘ্যে ঠিক সমান হইতে হইবে। পরে এই সকল সূক্ষ্ম বিন্দুর উপরে অতি সূক্ষ্মাগ্র পেনিল দিয়া দাগগুলি পরিশূট করা হয়। কোন কোন ডিভাইডার ও কম্পাসের মাথা গোল [চিত্র নং 15(a)], আবার কোন-কোনটির মাথার উপরে একটি



করিয়া ‘ক্রিকিরে’-কাটা ডঁটি থাকে [চিত্র নং 15 (b)]। তাহাতে ইহা ধরিয়া যন্ত্রকে ঘূরাইতে, (যেমন বৃত্ত অঙ্কিত করিতে), সুবিধা হয়।

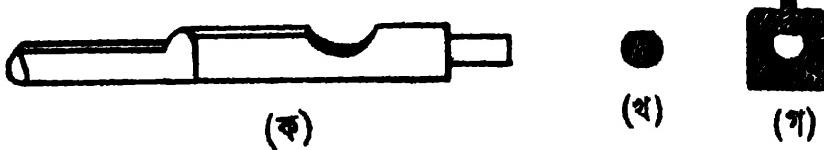
কোন কোন যন্ত্রের বাল্লে ডিভাইডার ও কম্পাস পৃথক পৃথক থাকে, আবার কোন বাল্লে একই যন্ত্রের ‘পাদ’ (leg) বদলাইয়া তাহাকে এক বা অপরভাবে ব্যবহার করা যায়। যেমন ক্ষেত্রে যন্ত্রের এক ‘পাদ’ ডিভাইডারের মত সূচাগ্র বিন্দুতে পর্যবসিত করা থাকে, আর অঙ্গ পাদকে ছোট রাখিয়া এমনভাবে গঠিত

করা থাকে যে, তাহাতে আবশ্যক মত 'পিন-পয়েন্ট' (pin-point) অথবা 'পেনিল-পয়েন্ট' (pencil-point), কিংবা নস্তায় কালি
দিবার 'পেন-পয়েন্ট' (pen-point)-ও
লাগান' যায়। ইহাদের আকৃতি চিত্ৰ নং ১৩ ও
১৬-তে দেখান' হইল। পিন-পয়েন্ট খুলিয়া
পেনিল-পয়েন্ট, এবং তাহা খুলিয়া পেন-পয়েন্ট
লাগানোৱ কোশল এই প্রকার থাকে :—এই
'পয়েন্ট' খলোৱ উপরেৰ মাথা,—যেটা কম্পাস
বা ডিভাইডারেৰ সঙ্গে আঁটা যায়,—তাহাকে
'শাঙ্ক' (shank) বলে; আৱ ডিভাইডারেৰ
একটা পাদে যে লম্বালম্বি একটি কৱিয়া সক
ছোট গৰ্ত থাকে, তাহাকে 'সকেট' (socket)
বলে। (কিংবা কোন যন্ত্ৰে শাঙ্ক ও সকেট
স্থান-পৰিবৰ্তনও কৱিতে পাৱে)। শাঙ্ক ও সকেট-এৰ আকৃতি :—যথাক্রমে,
চিত্ৰ নং ১৭(ক), এবং ১৭(গ)-তে দেখান' হইয়াছে। চিত্ৰ নং ১৭(ক)-কে ডান
পাশ হইতে দেখিলে 'শাঙ্ক'কে যেমন দেখায়, তাহা চিত্ৰ নং ১৭(খ)-তে অঙ্কিত



(a) (b) (c)

চিত্ৰ নং ১৬



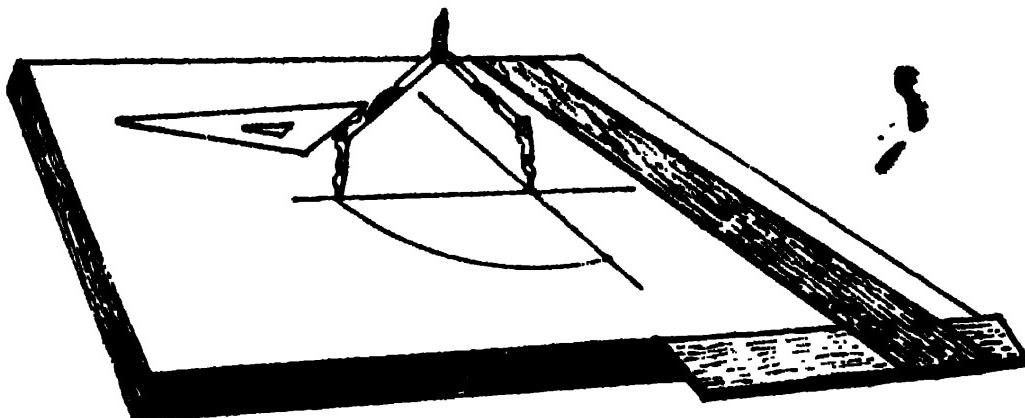
'শাঙ্ক' ও 'সকেট'

চিত্ৰ নং ১৭

হইয়াছে। মূল্যবান् কম্পাস ও ডিভাইডারেৰ 'পাদ' (legs) দুইটিকে যাহাতে
আবশ্যক মত বাঁকাইতে পাৱা যায়, তাহার অন্ত 'knee-joint' থাকে ; কিন্তু
সক্তাৰ যন্ত্ৰে তাহা থাকে না। বড় বৃত্ত প্ৰভৃতি অঙ্কন কৱিবাৰ সময় কম্পাসকে
১৪নং চিত্ৰেৰ মত কৱিয়া ভাজ কৱিয়া উহার পিন-পয়েন্টকে ঠিক অঙ্কনীয় বৃত্তেৰ
কেজুৰে, আৱ উহার পেনিল কিংবা পেন-পয়েন্টকে বৃত্তেৰ যে ব্যাসাধ হইবে
তাহার উপরে ঠিক উৰ্ধাধঃ-ভাবে বসাইলে, বৃত্ত ঠিক নিৰ্ভুল হৈ ; আৱ এমন কেজুৰ
যদি একই কেজুৰ হইতে একাধিক বৃত্ত অঙ্কিত কৱিতে হৈ, তবে পিন-পয়েন্টকে

যে বিন্দুতে কাগজের উপরে বাঁচ বাঁচ বসাইতে হয়, সে বিন্দু জৰুৰি: বড় হইয়া অবশ্যে একটা ছোট গড়ে পরিণত হইয়া নজার সৌন্দর্য নষ্ট করে না।

ডিভাইডার সম্মেওঁ ঐ কথা; তাহাতেও 'knee-joint' থাকে, আর তাহার পাদস্থলকে ডাঙ করিয়া, যে দুই বিন্দুর দূৰত্ব মাপিতে হইবে, ঠিক তাহার উপর হইতে লম্ব-ভাবে যন্ত্রের পিন-পয়েন্ট দুইটি বসাইয়া মাপ লাগ্তে হয়।

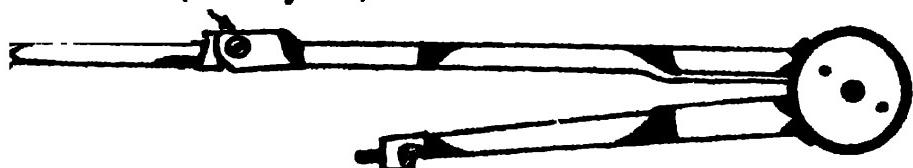


চিত্র নং 18

কম্পাস ও ডিভাইডারের 'Knee-joint'

“এক্সটেন্শন পীস” (Extension piece) বা “লেংথেনিং বার” (Lengthening Bar)—যখন খুব বড় বৃত্ত অঙ্কিত করিতে হয়, তখন ‘লেংথেনিং বার’ (lengthening bar)-এর সাহায্যে কম্পাসের এক কিংবা দুই পাদই লম্বা করিয়া লইয়া তাহার সাহায্যে অঙ্কিত করা যায়। ‘লেংথেনিং বার’ ও তাহার সাহায্যে লম্বা করিবার একটি কম্পাসের চিত্র এখানে দেওয়া হইল (চিত্র নং 19)।

(Knee joint)



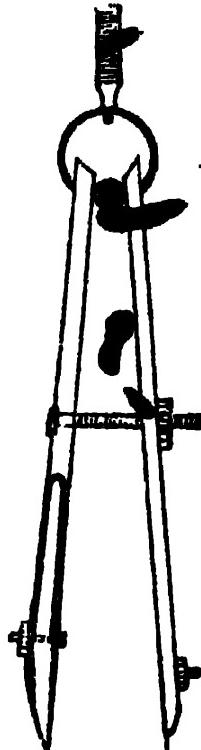
•লেংথেনিং বার (Lengthening Bar)

লেংথেনিং বার-এর ব্যবহার

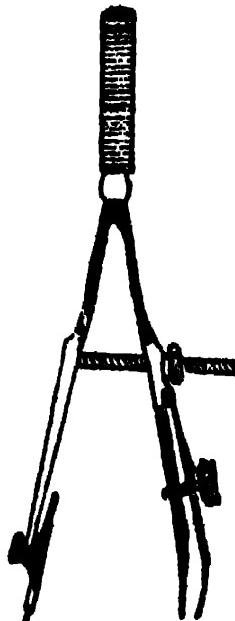
চিত্র নং 19

“বো-পেন”, “বো-পেনসিল” ও “বো-ডিভাইডার”

(Bow-pen, Bow-pencil and Bow-dividers)—

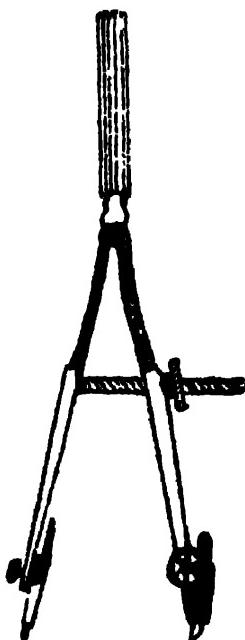


খুব ছোট ছোট বৃত্ত অঙ্কিত
করিতে প্রলে সাধারণ যন্ত্রাদি
ব্যবহার করিতে সব সময় সুবিধা
হয় না ; সেখানে ছোট ছোট যন্ত্র
ব্যবহার করা হয় ; তাহাদের
'বো-পেন', 'বো-পেনসিল' ও
'বো-ডিভাইডার' বলে। যখন
কোন বৃত্তের ব্যাসাখ আন্দজ
কু" ইঞ্জেঞ্চ কর হয়, তখন এইসব
যন্ত্র ব্যবহার করা হইয়া থাকে।
এইসব যন্ত্র, চিত্র নং 20, 21, 22
ও 23-এ দেখান' হইল।

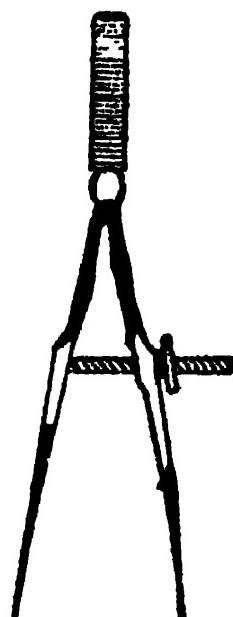


বো-পেন (Bow-pen)
চিত্র নং 21

বো-পেন
(Bow-pen)
চিত্র নং 20



বো-পেনসিল (Bow-pencil)
চিত্র নং 22



বো-ডিভাইডার
(Bow-divider)
চিত্র নং 23

পেন্সিল-প্রেসেন্ট ও ড্রাইং-পেন্সিল (Pencil-points and Drawing Pencils)—ড্রাইং-এর কাজের জন্য H, HH, HHH, HHHH,—এইসব মার্ক-ওয়ালা পেন্সিলই প্রযুক্তি। HH-পেন্সিল H*-পেন্সিল, অপেক্ষা কঠিনতর, HHH-পেন্সিল HHH-পেন্সিল অপেক্ষা কঠিনতর,—এইরূপ; অর্থাৎ, যত বেশি H-ছাপ পেন্সিলে থাকে, তাহা দিয়া ততো বেশি সূক্ষ্ম রেখা টানা যাইতে পারা যায়, ও নজ্বা ততো যথাযথ হয়। তবে কে কত H-ছাপ-ও~~H~~ পেন্সিল ব্যবহার করিতে পছন্দ করেন, তাহা তাহার অভিজ্ঞতার দ্বারা নির্ণীত হয়; ছাত্রদের পক্ষে H এবং HH,—এই ছাপের পেন্সিলেই কাজ হইল। তবে আবশ্যিক বুবিয়া অধিক H-এর পেন্সিল ব্যবহার করিতেও হইতে পারে।

পেন্সিলের অগ্রভাগ বাটালির মুখের মত (chisel-point) হইবে। ধার্বাল ছুরির দ্বারা এইভাবে পেন্সিল বাড়িয়া, পরে সূক্ষ্ম শিরীষ কাগজ কিংবা উখার

উপর ঘষিলে, পরে ঐ শুলি
দিয়া যে রেখা উৎপন্ন হইবে,
তাহা লঘু বা হাঙ্কা (light),
এবং সূক্ষ্ম (fine) হইবে।
রেখা অক্ষিত করিতে হইলে
সীমার ‘বাটালি’র অংশটি
টীক্ষ্ণয়ার কিংবা সেট-
ক্ষোয়্যারের গা ছুঁয়াইয়া

চুক্তি
“ই” হইতে প্রাক্ষৃতাগ সূচাল বা সূক্ষ্মাগ
“ই” লম্বা ট্যাবচু

চিত্র নং ২৪

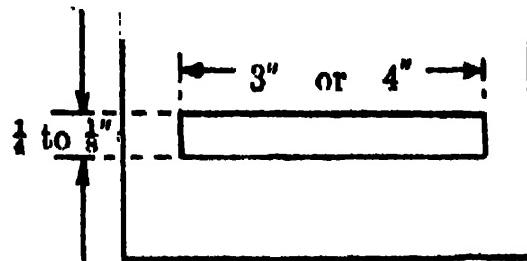
অক্ষিত করিতে হয়; ইহাতে
ঠিক জায়গা দিয়া রেখা
টানা যাব। যদি পেন্সিলে

অক্ষিত নস্বায় কালি বুলাইতে না হয়, বা তাহা হইতে ট্রেসিং (tracing) করিতে না হয়, তবে অপেক্ষাকৃত নরম (অর্থাৎ কম সংখ্যার H-মার্কা) পেন্সিল ব্যবহার করিতে হয়, নহিলে শক্ত (বেশি H-এর) পেন্সিল ব্যবহার করিয়া তাহাতে কালি দিতে হয়। বো-পেন্সিল কিংবা প্রৌঁঁবো-পেন্সিলের অন্য সীমাকে, নস্বাকরের ইচ্ছামত, সূক্ষ্মাগ (Pointed), কিংবা বাটালির আকারের

* 'H'-পেন্সিল অর্থে 'Hard' pencil.

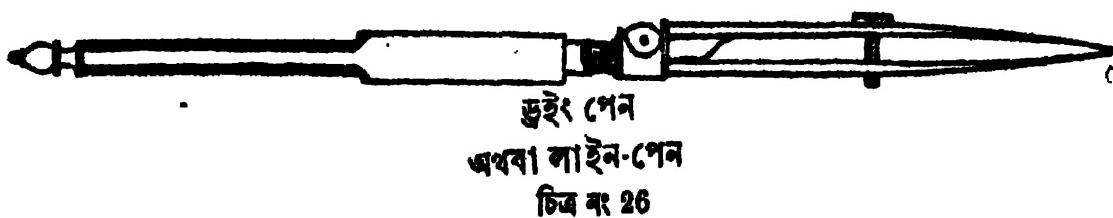
মত (chisel-pointed) করা যাইতে পারে। বেশি শক্ত পেসিল ব্যবহার করিতে হইলে, খুব অল্প চাপ দিয়া অঙ্কন করিতে হয়, নহিলে কাগজে যে দাগ গৃস্ত তাহা সহজে উঠে না।

রূপালী—অঙ্কন-কার্যের জন্য নরম রূবার (ইংরাজিতে eraser) ব্যবহার করিতে সহজ বাজারে চলিত 'Venus' প্রত্তি মার্ক রূবার এইজাতীয়।
রূবারের শুণ এমন হওয়া চাই,
যাহাতে পেসিলের কোন দাগ
তুলিবার জন্য রুগড়াইবার সময়
কাগজের কোন যায়গা ঘষিয়া
উঠিয়া না আসে,—মাত্র রূবারই
পেসিলের যথলাটা তুলিয়া
আনে। যাহাতে ঘষিবার সময়
আবশ্যক মত জায়গার বেশি
জায়গা দেবা না হইয়া যায়, সে কারণে অনেকে একটুকুমা কার্ডবোর্ড (card board)-এর মধ্যে প্রায় $3/4"$ ইঞ্চ লম্বা ও $\frac{1}{2}$ " হইতে $\frac{1}{4}$ " ইঞ্চ চওড়া সকল ফালি
গর্ত কাটিয়া লইয়া তাহারই মধ্যে রূবার চালনা করেন। কাজের জন্য পাতলা
পিতলের পাতের মধ্যে আবশ্যক মত দৈর্ঘ্য ও প্রস্থের ফালি, কিংবা ডিমের
আকারে গর্তও কাটা থাকে।



রূবার দিয়া পেসিলের দাগ তুলিবার
জন্য ব্যবহৃত সকল গর্ত-জ্বালা পাতলা
চিত্ৰ নং ২৫

ড্রাইং-পেন বা লাইন-পেন (Drawing pen or Line-pen)—যখন নক্ষায় কালি দিতে হয়, তখন প্রথম স্মৃত করিয়া পেসিল-ড্রাইং
করিয়া তাহাতে 'চাইনিজ ইন্ক' (chinese ink) অথবা 'ইণ্ডিয়ান ইন্ক' (Indian
ink) বুলাইতে হয়।

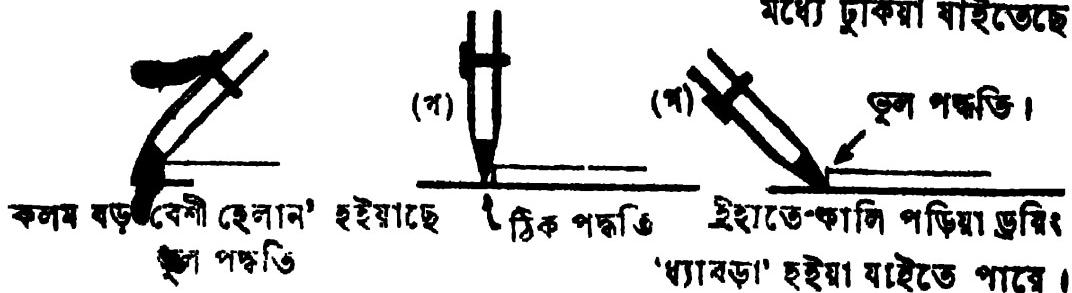


একটি সকল কলমের হাতলের ডগায় ইস্পাতে তৈয়াৱী একজোড়া পাখীৰ ঠোটেৰ মত অংশ 'বসান' থাকে, আৱ একটি সেই-ক্লু দিয়ো দুটিৰ ঠোটেৰ মধ্যেৰ যে দূৰত্ব তাহা কম বা বেশি কৰা যাব। ইহাই 'ড্ৰিং-পেন'। মূল্যবৃক্ষ পেন-এ আবাৰ উপরেৰ ঠোটকে একেবাৰে খুলিয়া উপরেৰ দিকে তুলিয়া ফেলা যাব; তাহাৰ অন্ত একটি কজা থাকে। চিত্ৰ নং ২৬-এ ঐ কজা দেখা যাইতেছে। কালি ঝুবাইয়া গেলে, দুই ঠোটেৰ মধ্যে কুকাইয়া-যাওয়া কালি পৰিবাৰ কৱিয়া, আবাৰ মৃতন কালি দিতে হয়। এইপ্ৰকাৰ বাৰবাৰ কৱিতে হয়। ইহা ব্যতীত, ঐ সেই-ক্লু টিঙা কৱিয়া কিংবা আঁটিয়া, কালিৰ বেথাৰ প্ৰস্তুতি কিংবা সকল কৰা হইয়া থাকে। লাইন-পেন-এ কালি ভৱিতে হইল তাহাকে কালিতে ঝুবাইতে নাই। প্ৰথমে ঠোট দুইটিকে বেশ কৱিয়া কাপড় দিয়া মুছিয়া, ও সেই-ক্লু দিয়া উহাদেৰ মধ্যেৰ ফাঁক, যত মোটা বেথা টানিতে হইবে তাৰুকপ ঠিক কৱিয়া লইয়া, অন্ত একটি স্টীল পেন-এৰ নিব কালিতে ঝুবাইয়া তাহাতে কৱিয়া কালি লইতে হয়, ও ঐ কালি-শুল্ক নিব (nib) ঠোট দুইটিৰ মধ্যে $\frac{1}{2}$ " হইতে $\frac{3}{4}$ " পৰ্যন্ত কালি প্ৰবেশ কৰে। একসঙ্গে বেশি কালি ভৱিলে, লাইন-পেন ব্যবহাৰ কৱিবাৰ সময় উহা হইতে একেবাৰে সমস্ত কালিটা কাগজেৰ উপৰে কৱিয়া পড়িতে পাৰে। কাজ শেষ হইয়া গেলে, কলমেৰ ঠোট দুইটিকে খুলিয়া, বেশ ভাল কৱিয়া কাপড় দিয়া মুছিয়া রাখিয়া দিতে হয়; নহিলে কালিৰ দ্বাৰা ঐ দুইটি অংশ কৰ পাইয়া যাইতে পাৰে।

'ড্ৰিং পেন'-কৰণ ব্যবহাৰ—ব্যবহাৰ কৱিবাৰ সময় লাইন-পেন ও বো-পেন এমনভাৱে ধৰিতে হয় যাহাতে দুইটি ঠোটেৰ দ্বাৰাতেই কাগজেৰ উপৰে সমান চাপ পড়ে। যেদিক হইতে লাইন টানা হইবে, পেনটি বেন সেইদিকে একটু হেলান' কৱিয়া রাখা হয় [চিত্ৰ নং ২৭(খ)], আৱ তখন কলমটি বেন সেই-ক্ষোষ্যাৰ অধৰা টা-ক্ষোষ্যাৰেৰ গায়ে অতি আল্গাভাৱে ঠেকিয়া থাকে। এসময়ে কলমকে বেশি জোৱে চাপিলে বিভিন্ন বেথাৰ প্ৰস্তুতি কম বা বেশি হইবে। তাহা ব্যতীত কলমেৰ ডগাকে একেবাৰে টা-ক্ষোষ্যাৰ অধৰা সেই-ক্ষোষ্যাৰেৰ ঠিক তলাৰ কিনাৱা দিয়া চালান' উচিত নহে; তাহা কৱিলে কলম

হইতে কালি একেবাবে কাগজের উপরে আসিয়া ‘ধ্যাবড়া’ করিয়া দিতে পারে। [চিত্র নং ২৭ (গ)]

কালি—নল্লার কাজে থে কালি ব্যবহার করা হয় তাহাকে ‘চাইনীজ কলম টি-কোম্যার বা সেট কোম্যারের মধ্যে ঢুকিয়া থাইতেছে



চিত্র নং ২৭

ইক’ কিংবা ‘ইগ্নিয়ান ইক’ বলে। ‘চাইনীজ ইক’ সাধাৰণতঃ আন্দাজ ছয় ইঞ্চ লম্বা, চার-কোণা, ছয়-কোণা বা আট-কোণা, শুকনো কালিৰ বাট্‌ (bar)



“চাইনিজ ইক”-এর বাট

চিত্র নং ২৮

(চিত্র নং ২৮), আৱ ‘ইগ্নিয়ান ইক’ ধ্যাবড়া ছোট শিলিতে দ্রুক্ষিত তুলন কালি, উভয়ৰূপে আটা,

আৱ তাহার ছিপিৰ নীচেৰ দিকে একটি পাথীৰ পেন-কলম (quill)-এৱ মত ছোট

‘কচুকাটা’ মোচ আটকান’
থাকে। কালিতে ঢুবাইলে



“চাইনিজ ইক” গুলিবাৰ চীনে আটিৰ পাত্;

চিত্র নং ২৯

ইহাতে কালি উঠে, ও তাহা দিয়া ডুরিঃ পেন-এ কলি তুলা বাব।

‘চাইনীজ ইক’ গুলিতে একটি চীনামাটিৰ পাত্ [Saucer ; চিত্র নং ২৯]
ব্যবহাৰ কৰা হৈ।

পাঞ্জে একটু জল দিয়া। কালির বাটুটির একপ্রাণ্ত তাহাতে ক্ষাগত ঘরিতে
থাকিলে উহা একটু একটু করিয়া শুলিয়া তরল কালিতে পরিণত হয় ; আর
উপরূপ মত ঘন হইল কিনা, তাহা মাঝে মাঝে পরীক্ষা করিয়া রাখিতে হয়।
ইহা করিতে হইলে, একটি কলমের নিব (nib) উহাতে ডুবাইয়া কালি লইয়া,
তাহা দিয়া কাগজের উপরে আচড় দিয়া, তকাইয়া গেলে, যতক্ষণ না কাগজে ঘন
কাল দাগ থাকিবে, ততক্ষণ পর্যন্ত ‘বাট’কে ঘরিতে হইবে। ~~অঙ্গ~~ময়টা বড়ই
বিস্তৃতিকর। এই পদ্ধতি-মত কালি করিলে আনন্দজ্ঞ-মত জল লইয়া কালি
গোলা উচিত ; কেননা, যদি কিছু কালি উদ্বৃত্ত থাকিয়া যায়, তবে তাহার
পুরদিন তাহাতে আরও কিছু জল দিয়া বাড়াইবার অন্ত ঘরিলে কালি ভাল ঘসে
না ; তবে উদ্বৃত্ত কালি ভাল করিয়া ঢাকিয়া রাখিলে, দুইতিন দিন ধাকে।

‘ইশ্বরান্ব ইন্দ্ৰ’—ইহা একেবাৰে ব্যবহাৰৰ উপযুক্ত তৰল অবস্থায়
পাৰওয়া যায়, ও ইহাকে ঢালিয়া বাহিৰ কৰিতে হয় না বলিয়া সবসময়েই কালি
ভাল ধাকে। শুধু পেন-এ কালি ভৱিবাৰ সময় শুকনো কাপড় দিয়া সজ্জ-শুল্ক

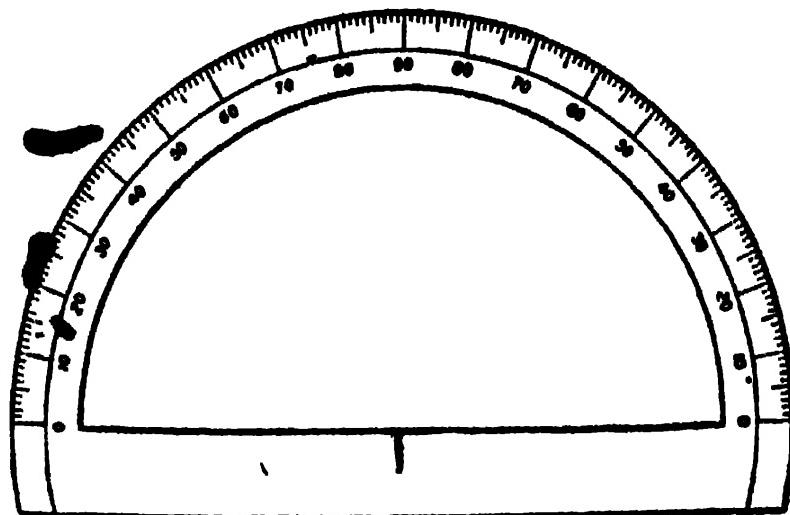
କାଳିର ଜ୍ଞାନଗାଟା ପରିଷାର କରିଯା, ଛିପି ଶିଶିର ମୁଖ
ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ଚୁକାଇଲେ, ତାହାର ତଳଦେଶେ ଲାଗାନ' କଚ୍-କାଟା
'କୁଇଲ' (quill)-ଏ ସତଟା କାଳି ଉଠେ, ତାହା ଲାଗିଯା
ପେନ-ଏର ମୁଖେ ଟେକାଇତେ ହସ୍ତ; ତଥନ 'କୁଇଲ' (quill)
ହାତିରେ କାଳି ଲାଇନ-ପେନ-ଏ ପ୍ରବେଶ କରେ । କାଳି
ଭରିବାର ସମୟ ସଦି କୋନ ଜ୍ଞାନଗାୟ କାଳି ଉପଛାଇଯା
ଗିଯା ଲାଗିଯା ଥାକେ, ତବେ ତାହା ମୁଢିଯା ଦିତେ ହସ୍ତ ।

ଦେଖିବାରେ କୌଣସି ଥାଏନ୍ତି କଥାର ବଳୀର କାହିଁ ଦେଖାଇ କାହାର ପାଇଁ କରାଯାଏ ।

ବେଳୀ ବାହିର ହଥରେ ଧାକେ, ଡେବନ ମଞ୍ଚାର କାଳ ଦେଉରାର କାହିଁ ଆଗୁଡ଼ କରାଯିଲୁ।

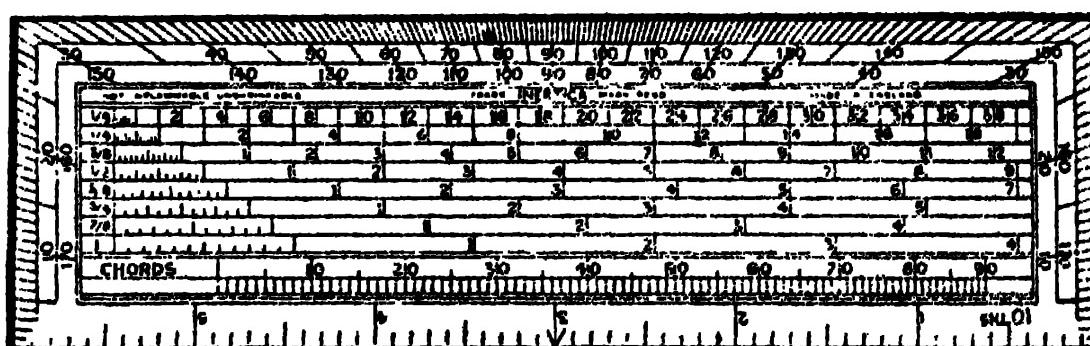
তুল কাল অপেক্ষা-কৃত ক্রত শুকাহস্তা থায়, তাই যতবারই শাশ হচ্ছে
কালি বাহিবি করা থাইবে, ততবারই মেন ছিপিটি দিয়া কালির শিশির মুখটি
বঙ্গ রাখা হয়; আর কাজ শেষ হইলে, অলে ভাল করিয়া লাইন-পেন-এর
মুখের ইস্পাতের ‘ঠোট’ দুইটি ধূইয়া ও শুক কাপড় দিয়া মুছিয়া, তবে রাখা হয়;
নহিলে ইস্পাতের ফলা দুইটিতে মরিচা ধরিয়া ক্ষম হইয়া থায়।

‘টার্ড’ (Protractor)—কোণ অঙ্কন করিবার, অথবা মাপিবার উপস্থি, ‘প্রোট্রাকটোর’ বা ‘টার্ড’ ব্যবহার করা হয়। ইহা অর্ধ-চতুর্ভুজের অন্তর্মাণ হয় [চিত্র নং ৩১(a)], কিংবা আয়তাকার পাটির মতও হয় [চিত্র নং ৩১(b)]।



অর্ধ-গোল ‘প্রোট্রাকটোর’ বা ‘টার্ড’
চিত্র নং ৩১(a)

ইহাদের গায়ে কোণ (angle)-এর দাগ বসান’ থাকে। আয়তাকারগুলি কাঠের, সেলিউলয়েডের, হাতীর দাতের কিংবা প্ল্যাস্টিকের হইয়া থাকে। অর্ধ-চতুর্ভুজ ‘টার্ড’গুলির প্রায়ই তিনের; উহাদের ভিতরটা ফাঁক। টার্ডের বাহিরের দিকে যে দাগগুলি থাকে, সেগুলি ডিশির চিহ্ন। টার্ডের নীচের দিকে অবস্থিত AB রেখার টানে রেখা টানিয়া, উহার মাঝখানে যে O-বিন্দু অথবা দাগ-কাটা

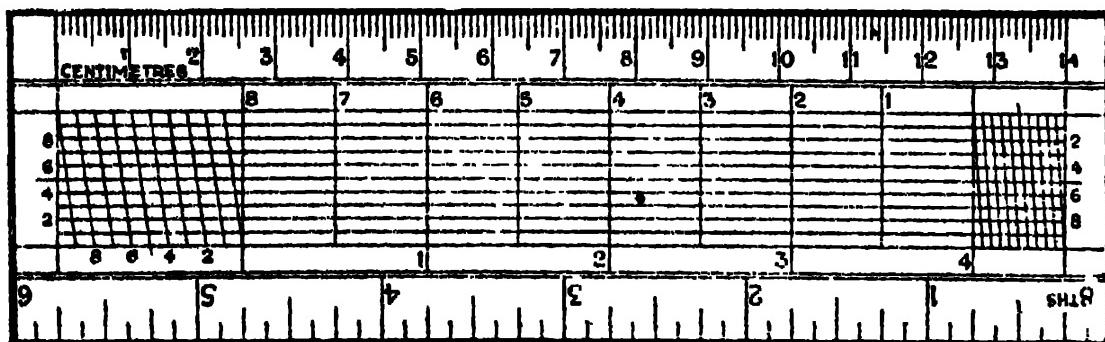


আয়তাকার ‘টার্ড’র সমূখ্য পিঠ
চিত্র নং ৩১(b)

মধ্যবিলু থাকে, তাহাৰ সহিত ঐ দাগগুলি পৰ্যন্ত বেখা টানিলে O-P বেখাৰ সহিত
বত আনতি হয়, কোণেৰ ডিগ্ৰি-ও তত। অতএব অৰ্ধ-বৃত্তকাৰ চাদাৰ সাহাবে
কোন বেখাৰ উপৱ কোন কোণ গঠিত কৰিতে হইলে, চাদাৰ AB-বেখাৰকে
সেই বেখাৰ সহিত মিলাইয়া পাতিত কৰিতে হয় ; এবং বত ডিগ্ৰি আনতিক্ষেত্ৰ
কোণ প্ৰস্তুত কৰিতে হইবে, তত দাগেৰ স্থৰ্য্যে খুব সূচৰ পেশিল-প্ৰাণ্ট অথবা
পিন ধীৱে ফুটাইয়া দাগ দিতে হয় ; এইবাৰ AB-বেখাৰ মাৰ্কান্ত বে তীৰেৰ
মত, কিংবা O-চিহ্নিত দাগ আছে, সেইখানে একটি পেশিল বা পিন দিয়া দাগ দিয়া
'চাদা' সৱাইয়া ফেলিয়া দুই পিন বা পেশিল-ফুটান' দাগেৰ মধ্যে পেট-ক্ষোয়্যাৰ
ধাৰা বেখা টানিতে হয়। তাহা হইলে উপযুক্ত আনতিক্ষেত্ৰ কোণ গঠিত হইল।

আয়তাকাৰ চাদাৰ নীচেৰ দিকেৰ কিনাৱাকে কোন বেখাৰ উপৱে পাতিয়া,
যে বিলু হইতে আনত বেখা তুলিতে হইবে তাহা ঐ কিনাৱাৰ মধ্যভাগে তীৱ্ৰ-
কাটা দাগেৰ সহিত সমবিলুতে রাখিয়া, বত-ডিগ্ৰি কোণে আনত বেখা তুলিতে
হইবে, চাদাৰ কিনাৱায় লেখা তত দাগে পেশিল বা পিন দিয়া বিলু দাগ দিয়া,
চাদাকে সৱাইয়া ফেলিয়া দুই বিলুৰ মধ্যে সেট-ক্ষোয়্যাৰ দিয়া বেখা টানিতে হয়।

আয়তাকাৰ চাদাৰ বিভিন্ন স্কেল থাকে ; ইহাতে ইঞ্চকে এবং সেকেণ্টিমিটাৰকে
নানাভাগে ভাগ কৰা থাকে। চাদাৰ নীচেৰ দিকে ইঞ্চও তাহাৰ দশমাংশেৰ
স্কেল দেখা যাইতেছে। ইহা ব্যতীত, চাদাৰ উন্টা-পিঠে 'ডায়াগোগ্যাল-স্কেল',



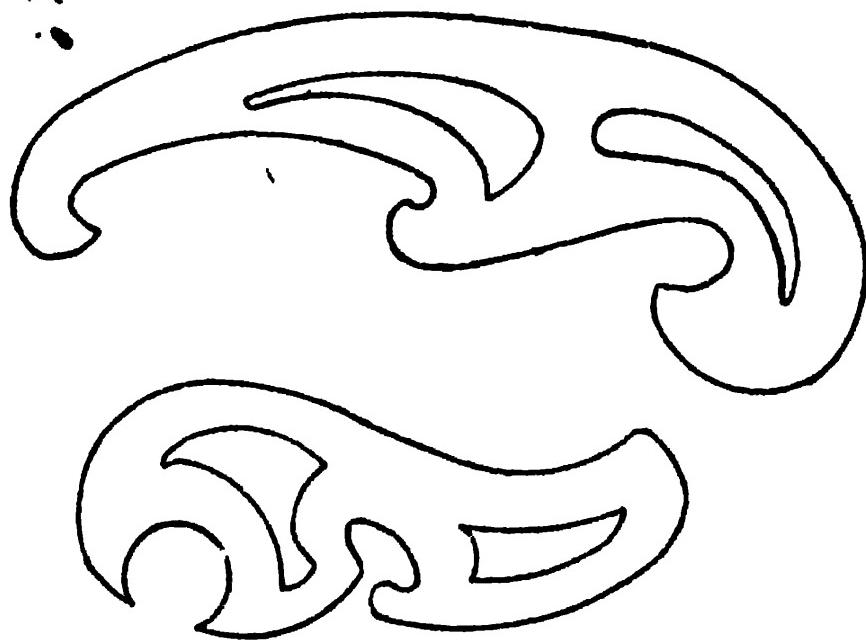
আয়তাকাৰ 'চাদা'-ৰ পিছন পিঠ
চিৰ নং ৩১(c)

[চিৰ নং ৩১(c)] এবং চাদাৰ স্থৰ্য্যদিকে কৰ্ড-এৰ স্কেল রহিয়াছে। ইহাৰ বিষয়
পৱে বলা হইবে।

আয়তাকাৰ চাদা দিয়া সৱল বেখা প্ৰচৰ্তি টানিতে নাই।

‘ফ্রেঁচ কার্ড’ (French curves)—যে-কোন প্রকারের বাকা রেখা আকিতে হইলে, এই সকল ‘কার্ড’ ব্যবহারে বিশেষ সুবিধা হয়। নানা আকারের এবং ছোটবড় নানা ধরণের, কাঠ, সেলিউলেইড, প্ল্যাস্টিক, এবোনাইট, অভ্যন্তরীণ পাতলা চাদর হইতে কাটা ‘কার্ড’গুলির সাহার্যে বক্ররেখা আকিলে, পেশিলেরই হোক কিংবা কালিতে আকা ড্রয়িংই হউক, বেশ সুন্দর দেখায়। [চিত্র নং ৩২]।

মনে কর, কতকগুলি বিন্দু স্পর্শ করিয়া কোন জ্বর্য বা চিত্রের সীমারেখা অকিত করিতে হইবে। উপরুক্ত মত একটি ‘কার্ড’ নির্বাচন করিয়া।



ফ্রেঁচ কার্ড

চিত্র নং ৩২

লইয়া, তাহার কিনারাকে এমনভাবে এদিক-ওদিক কর, যাহাতে অস্তুতি: পর পর তিনটি বিন্দু ‘কার্ডের’ কিনারার কোন অংশের সঙ্গে ভিড়ে; তখন সেই তিনটি বিন্দু স্পর্শ করিয়া ততটা বক্ররেখা আক। এইবাবে ‘কার্ড’-এর কিনারাকে ঘূরাইয়া তাহার পরের ছাইটি বিন্দুকে, ও যে-অংশে রেখা টানা হইয়াছে, তাহাদের সমন্বেদন আন, ও নৃতন ছাইটি বিন্দু ছাইয়া পূর্বে টানা রেখার সঙ্গে ভিড়াইয়া দাও। অতঃপর আবার ছাইটি বিন্দু সগ, ও পূর্ব-বর্ণিত প্রধান বক্ররেখা আবারও একটু বাড়াইয়া দাও। এইভাবে অকল সম্পূর্ণ কর।

কুভীয়া পরিচ্ছন্ন

কেমন করিয়া অঙ্গকার্য করিতে হয়

বোর্ডে কাগজ আঁটা—টেবিলের উপরে “ড্রাইং-বোর্ড” (Drawing board) রাখিয়া, ও উপরুক্ত উচ্চ স্টুল (stool)-এর উপরে উপরের করিয়া, প্রথমে “ড্রাইং-পিন” (Drawing pin) [চিত্র নং ৩৩] দিয়া ড্রাইং-কাগজকে বোর্ডের উপরে আঁটিতে হয়। কেহ কেহ এই অবস্থায় বোর্ডকে নিজের কোলের দিকে ঢাল করিয়া রাখেন। আবার কোন কোন বোর্ডের ‘পান্তি’ বা ‘শুরা’ পিছনদিকে উচু ও স্মৃথিদিকে নীচু করিয়া তৈয়ার করাও থাকে [চিত্র নং ১ জষ্ঠব্য]। পূর্বে যেমন কাগজের আয়তন দেওয়া হইয়াছে, সেই অবস্থায়ী বোর্ড বড় বা ছোট হয়। আয়তাকার বোর্ডের লম্বা-কিনারাটা নিজের দিকে রাখা হয়। এইবার টি-ক্ষেত্র্যারে (T-square)-এর ‘মাথা’ (head) বোর্ডের বাম-পার্শ্বের গাঁথে ঠেসাইয়া, উহার ‘ফলা’ (blade) লম্বালম্বি ভাবে পাতা হয়; ইহাতে উহার ঢালু দিকটা উপরের দিকে থাকে। এই ঢালু দিকটাই অঙ্গ-কার্য ব্যবহৃত হয়।

অনস্তর টি-ক্ষেত্র্যারের নীচে ও বোর্ডের উপর কাগজ পাতা হয়। সচরাচর $15'' \times 11''$ কাগজই ব্যবহার করা হইয়া থাকে। “ইল্পীরিয়াল” সাইজের কাগজ,—বাহা দৈর্ঘ্যে ও প্রস্থে $29''$ (বা $30''$) $\times 22''$,—তাহাকেই সমধিক্ষিণিত করিয়া দ্রুতভাবে ব্যবহার করা হয়। স্তরাং এইসব কাঙ্গে বোর্ডের আয়তন $19'' \times 15''$, বা ঐ বৃক্ষ হইলেই চলে; তাহা হইলে বোর্ডের কিনারা হইতে কাগজ পর্যন্ত চারিদিকে দুই ইঞ্চ করিয়া কাঠ বাহির হইয়া থাকিবে। ইহার কিছু এদিক-ওদিক হইলেও কোন ক্ষতি নাই।

টি-ক্ষেত্র্যারের উপরের দিকের ঢালু কিনারাটা ‘মাথা’র সঙ্গে ঠিক 90° -করিয়া বসান’ বলিয়া, ঐ ‘মাথা’কে বোর্ডের বাম প্রান্তে চাপিয়া ধরিয়া টি-ক্ষেত্র্যারকে উপরুক্ত মত উঠাইয়া, কাগজের উপর-মাথা ঢালু কিনারার সমরেখায় আনিয়া, উপরের বাম ও দক্ষিণ কোণে একটি করিয়া ‘ড্রাইং-পিন’ (Drawing-pin) (চিত্র নং ৩৩) ডানহাতের বৃক্ষ অঙ্গুলির চাপে বসাইয়া দাও; অতঃপর কাগজে

টান রাখিয়া উহার নৌচের দুই কোণে আবৃ ছাইটি পিন বসাইয়া দাও। বড় কাগজ আটিবার সমষ্টি ছয়টি কিংবা আটটি পিনও ব্যবহার করিতে হইতে পারে।

ড্রেইং-পিন (Drawing-pin)—একখালি পিতল, জার্মান সিলভার, কিংবা নিকেল-করা ধাতুর চাকতির ঠিক কেন্দ্রদেশে একটি সক্র অথচ ঘঞ্জবৃত্ত কাটা ‘বসান’ থাকে; এই কাটা চাকতি ভেদ করিয়া আন্দাজ মিকি ইঞ্জ বাহির হইয়া আসে; ইহার মুখ সূচাল। এই পিনকে যথাস্থানে ধরিয়া রাখিয়া বৃক্ষাঙ্কলি দিয়া ছাপ দিলেই উহা বোর্ডের কাঠের ঘধ্যে প্রবেশ করিয়া কাগজকে আটকাইয়া রাখে। ধূলিবার সমষ্টি চাকতিকে ধরিয়া উপরের দিকে টানিলেই, কিংবা ছুরি ইত্যাদির ফলা দিয়া একটু চাড় দিলেই, উঠিয়া আসে। এক্লপ করিবার সময় সর্তর্ক হইতে হয়, যাহাতে বেশি বাকাভাবে চাড় দেওয়া না হয়; এক্লপ করিলে পিন বাকিয়া গিয়া অকর্মণ্য হইয়া যাইতে পারে। উপরে যে পিনের বর্ণনা দেওয়া হইল, তাহাতে এক অস্ত্রবিধি এই হয় যে, ইহার চাকতি কিছু উচু বলিয়া টী-ক্ষোয়্যারের ও সেট-ক্ষোয়্যারের কিনারার দিকে বাধা পায়। এইজন্য অনেকে পাতলা ও ছোট ছোট পিন ব্যবহারের পক্ষপাতি।



ড্রেইং পিন

চিত্র নং ৩৩

প্রারম্ভিক কার্য—চিত্রকে স্থান করার জন্য প্রথমেই তাহার চারিদিকে সীমাবেধা (border) অঙ্গিত করা হয়। চারিধারে আধ ইঞ্জ পরিমাণ কাগজ ছাড়িয়া টী-ক্ষোয়্যারের সাহায্যে উপর ও নৌচেকার শয়ান সীমাবেধা, এবং টী-ক্ষোয়্যারের উপরে সেট-ক্ষোয়্যারের ধারা দুইপার্শের উর্ধ্বাধঃ সীমা-বেধা পেঙ্গিল ধারা অঙ্গ করিয়া এক $14'' \times 10''$ ইঞ্জ আবত্তক্ষেত্র গঠন করা হয়। কাগজের নৌচের ডানদিকে সীমাবেধার বাহিরে এই আধ ইঞ্জ আবগার ঘধ্যে নিজ নিজ মাঝ লিখিতে হয়। ইহারও ভিতরে আবাৰ প্রত্যোক পাশে সমপরিমাণ কাগজ ছাড়িয়া দিয়া যে $13'' \times 9''$ ইঞ্জ কাগজ বাকী থাকে, তাহাৰই উপরে চিত্র সকল অঙ্গিত করা হইয়া থাকে। তবে শেষের এই আধ ইঞ্জ করিয়া কাগজ ছাড়াৰ সমষ্টি হয়ত মতভেদ থাকিতে পারে, কিন্তু নজ্বাৰ সীমাবেধা (border)-এৰ বাহিরে অস্তত: আধ ইঞ্জ করিয়া কাগজ রাখিতেই হয়।

চিত্ৰগলি এমনভাৱে আকিতে হইবে, যাহাতে সম্পূর্ণীত নক্ষা একথাৰি ছবিৰ মত সন্দৃশ্য হয় ; তাহাদেৱ সমষ্টি বেখা সুস্পষ্ট ও স্থনিৰ্দিষ্ট, ফুটকি ফুটকি বেখাগুলিৰ মধ্যেৰ ফোক সমপৰিমাণ ও বজ্রসহকাৱে টানা, অক্ষৱ ও সংখ্যাগুলি ছাপাৱ হৱক ও ছাপাৱ সংখ্যাৰ মত সন্দৰ, তাহাৰ উপৱ যাহা কিছু বিবৰণী কিংবা ~~নির্ণয়~~ থাকিবে সে সমষ্টই ছাপাৱ হৱকেৰ মত,—এক কথায়, এ বিষয়ে বিশেষ যত্ন ও অধ্যবসায় অপৰিহাৰ্য । মনে রাখিতে হইবে, “শুধু হাতে” (free-hand) পারত-পক্ষে কোন চিত্ৰেৰ কোন অংশ আকা চলিবে না ; পৰিশ্ৰম লাঘবেৱ চেষ্টা কৰিয়া কোন কিছু “শুধু হাতে” আকিতে চেষ্টা কৰিলে, (বিশেষতঃ ছাত্ৰদেৱক্ষেত্ৰে), নক্ষাৰ সৌন্দৰ্য নষ্ট হইয়া যাওয়াৰ আশঙ্কা থুবই বেশি ।

অ্যামিতিক চিত্ৰ অঙ্কনেৱ সময়, প্ৰথমেই কাগজখানিকে পেন্সিলেৱ দ্বাৰা উপস্থুক মত ছৱটি কিংবা আটটি সমান আয়তক্ষেত্ৰে ভাগ কৰিয়া, তাহাৰ প্ৰত্যেক ভাগেৰ মধ্যে একটি কৰিয়া চিত্ৰ অক্ষিত কৰিলে সমবেত চিত্ৰ সন্দৃশ্য হয় । ইহা কৰিতে হইলে, প্ৰথমে টী-ক্ষোয়্যারেৱ সাহায্যে $14'' \times 10''$ (কিম্বা $13'' \times 9''$ ইঞ্চ) আয়ত ক্ষেত্ৰেৰ মধ্য দিয়া একটি শৱান (horizontal) বেখা টানিয়া, তাহাকে উপৱ-নৌচে লালালিহি দুই সমান ভাগে ভাগ কৰিয়া লইতে হয় । ইহাকে ইংৰাজীতে centre line ; (বাংলায় “অক্ষ-বেখা” বা “কেন্দ্ৰ-বেখা”) বলে । তাহাৰ পৰে টী-ক্ষোয়্যারেৱ উপৱে সেট-ক্ষোয়্যার বসাইয়া আবশ্যক মত তিনি অথবা চাৰি সমান অংশে ভাগ কৰিবেই কাগজখানিতে ছয় কিংবা আট সমান অংশ হইল । ইহাৰই এক একটি অংশেৰ মধ্যে এক একটি চিত্ৰ অঙ্কন কৰা হয় । পেন্সিল দিয়া সব চিত্ৰ অক্ষিত কৰা হইয়া গেলে পৰ, তাহাতে কালি দিতে হয় ।

কালি দেওক্ষা, ও বেখাৰ প্ৰকাৰ-জৰু—পেন্সিলে অক্ষিত চিত্ৰে কালি দেওক্ষাৰ পূৰ্ব হইতে লাইন-পেন (line-pen), বো-কম্পাস (Bow-compasses) প্ৰত্তিৰ ব্যবহাৱে হাত অভ্যন্ত কৰিয়া লওয়া উচিত ; নহিলে চিত্ৰে কালি গড়িয়া উহাকে অব্যবহাৰ্য কৰিয়া কেলিতে পাৰে । এই কাৰ্যে পাৱনৰ্থী হইতে হইলে, অগে টী-ক্ষোয়্যারেৱ সহিত লাইন-পেন ব্যবহাৱ কৰিয়া সহজভাৱে পৰিকাৰ অছভূমিক সৱলৱেখা, টী-ক্ষোয়্যার ও সেই-ক্ষোয়্যারেৱ

সাহায্যে অঙ্গভাবে উর্ধ্বাধঃ রেখা, তীর্থক সমাজবাদ, খেবা,—অঙ্গনে দোলণে
অঙ্গিত নানাবিধি সহজ সহজ রেখাচিত্রে কালি বুলান' অভ্যাস করিলে ভাল হয়।
ইহা ব্যতীত, পেশিলে আকা রেখাগুলি যে বিন্দু হইতে আবস্থ হইয়া ঠিক মে
বিন্দু শেষ হইয়াছে, কালির রেখাও যেন ঠিক ততদূর আসে। রেখাগুলি কতটা
মোটা হইবে, তাহা কালি দিতে আবস্থ করিবার পূর্বেই, কলমের মুখের দুই
'টোট'কে যে সেই-কু দিয়া এক-করা থাকে, অঙ্গুষ্ঠ ও তর্জনীর দ্বারা তাহাকে দক্ষিণে
অথবা বামে শুরাইয়া টোট দুইটির মধ্যের ফাক কম-বেশি করিয়া সহিয়া, যে-
জাতীয় কাগজে কালি দিতে হইবে সেই জাতীয় অন্ত এক খণ্ড কাগজের উপরে
রেখা টানিয়া বাব বাব পরীক্ষা করিয়া দেখিতে হয় কালির রেখা অভিপ্রীতরূপ
মোটা কিংবা সকল হইয়াছে কিনা। লাইন-পেন ব্যবহারের সময় কাগজের উপরের
কলমের চাপ যেন বরাবর সংস্কারেই থাকে, অথচ বেশি না হয়। ড্রয়িং-এর কালি
বড় শীঘ্র শুকাইয়া যায়। আবাব কখন কখন কলমে কালি থাকা সত্ত্বেও কলম
হইতে কালি সহজে সরে না ; এমন হইলে অঙ্গুলি জলে ভিজাইয়া কলমের টোট
দুইটি স্পর্শ করিতে হয়, কিংবা যেখানে কালি থাকে তাহার ভিতর দিয়া সকল
স্থচ, নিব, কাগজের টুকুর প্রতি অভূতি সম্পর্কে চালাইয়া ডগা দিয়া বাহির করিয়া
আনিতে হয়। সে সময় কলমকে কাগজের উপর হইতে একপাশে সরাইয়া
নাইতে হয়, নহিলে কাগজে কালির ছিটা পড়িতে পারে। অনস্তর আবাব কালির
রেখা পরীক্ষা করিয়া দেখিয়া নাইতে হয়। কলমে যেন এককালে বেশি করিয়া
কালি ভরা না হয় ; ইহাতে কাজ করিতে আবস্থ করিবার সময় কলমের পাশ
দিয়া কালি কাগজের উপরে পড়িয়া যাইতে পারে ; অন্তদিকে আবাব, রেখাটি
যত লম্বা ও মোটা হইবে, এক টানে যেন ততটা পর্যন্ত কলম টানিবার পূর্বেই কালি
শুরাইয়া না যায় তাহাও দেখিতে হইবে। শয়ান রেখা সম্পূর্ণ হওয়ার পূর্বেই কালি
কালি জমিয়া যাওয়ার আগেই উহা হইতে কালি শুচিয়া, কিংবা কলমের ডগার
ভিতরদিকে কালি জমাট হইয়া পিয়াছে বুঝিতে পারিলেই, তাহা শুণিয়া
পরিকার করিয়া নাইতে হয়।

কালি দিবার সময় কলমকে এমনভাবে ধরিতে হয়, যাহাতে সেই-কুটি
বাপ্তিয়ের দিকে থাকে, এবং বাদিক হইতে ভানদিকে রেখা টানিবার সময়

উহা ভানদিকে দ্বৈৎ হেলান' থাকে, লম্বা উন্ধাধঃ বেখা ঢাণধাঘ সময় নাচেৰ
লিকে দ্বৈৎ হেলান' থাকে। কিন্তু কলমকে বেশি হেলাইলে তখনি কালি
গড়াইয়া পড়িয়া যাব।

নম্মা আকিবাৰ সময় বিভিন্ন প্রস্তৱ (width) বেখা টানিতে হয় ; ~~আবাৰ~~
কলম পৰিকাৰ কৱিবাৰ সময় সেট-কু খুলিয়া ফেলিয়া পুনৰায় নৃতন কৱিয়া
আটিয়া কালি ভৱিতে হয় ; সেইজন্ত যে প্রস্তৱ বেখা টানা চলিতেছে, প্রথমেই
তাহাৰ একটা নমুনা বাখা অপৰিহাৰ ; নহিলে পূৰ্বেৰ ও পৰেৱেৰ বেখাগুলিৱ
প্রস্তৱ পাৰ্থক্য হওয়া অবধারিত।

এই স্থলে উজ্জেখ কৱা আবশ্যক যে, কালি দিবাৰ সময় প্রথমেই যুক্তগুলি বৃত্ত
কিবো বৃত্তাংশ থাকে, তাহাতে কালি দিতে হয় ; নহিলে বৃত্তাংশেৰ সঙ্গে ঠিক
ধাপ্ খাওয়াইয়া কালিৰ সৱলৱেখা অক্ষন কৱা দৃক্ষয়। ইহাতে সমস্ত চিত্ৰেৰ
শোভা একেবাৰে নষ্ট হইয়া যাব।

বিভিন্ন প্ৰকাৰেৰ বেখা আছে, আবাৰ তাহাৰ তাৎপৰ্যও আছে। যেমন
অক্ষবেখা (centre line), ড্রয়িং কাগজেৰ কিনাৱাৰ বেখা (border line),
সম্পাদ্য চিত্ৰেৰ সীমা-বেখা বা পৰিধি (contour) ইত্যাদি, ইত্যাদি। যদিও
এই বেখা সকলেৰ প্রস্তৱ যাপ নম্মা ছোটবড়-ভেদে কিছু তাৰতম্য হইতে
পাৱে, তবু সাধাৰণতঃ নীচেৰ নমুনাগুলিতে দেওয়া যাপ সাধাৰণতঃ ঐ
প্ৰকাৰই হইয়া থাকে এবং ইহাই অনুমোদিত :—

ইংরাজী নাম	প্রস্তাবিত বাংলা নাম	আনুমানিক প্রস্ত	প্রচলিত চিহ্ন
1. Guide line, Projection line Construction line	নিয়ন্ত্রণ রেখা প্রক্ষেপ রেখা অঙ্কন রেখা	সূক্ষ্মরেখা ± 0.005 " (0.005 m.m.) $= 0.15$ m.m. (আন্দোল)	-----
2. Centre line	অক্ষ- বা কেন্দ্র-রেখা	ঐ	-----
3. Section line	থঙ্গ- বা ছেদ রেখা	ঐ	
4. Dimension line & Extension line	শাপাংক রেখা বর্ধন রেখা	ঐ	
5. Long break line	দীর্ঘ বিচ্ছিন্ন রেখা	ঐ	
6. Hidden line	ঢাকা পড়া রেখা	আকারী রেখা ± 0.01 " (0.01 m.m.) 0.25 m.m.	-----
7. Cutting line	কর্তৃত বা ছেদন রেখা	ঐ	-----
8. Short break line	ক্ষুদ্র বিচ্ছিন্ন রেখা	ঐ	
9. Ground line	ভূমি রেখা	সুলভেরেখা ± 0.25 " (0.25 m.m.)	
10. Border line	সীমা রেখা	0.65 m.m.	

* সাধারণত: ভূমিরেখার সহিত 45° ডিগ্রি অবনতিতে।

চতুর্থ পর্বিচ্ছন্দ.

অক্ষর গুড়ণ (Lettering)

ড্রাই়ি়়়-এর কার্যে কোথাও “হাতের লেখা” ব্যবহার করিতে নাই, একথা পূর্বে বলা হইয়াছে ; যাহা কিছু লিখিতে হইবে, সমস্ত “ছাপার” ~~অক্ষর~~ ; এবং যত সংখ্যা বা অক্ষর (যেমন মাপের অক্ষ) লিখিতে হইবে, তাহাও ছাপার অক্ষরে । তেমনি, মাপ দেখাইবার তীরের ফলাগুলি (arrow heads)-ও সুন্দরভাবে দিতে হব । কেবল, সংখ্যা অথবা অক্ষ-লেখা, কিংবা তীরের ফলা আকার তাছিম্যের অন্ত সুন্দরভাবে অঙ্কিত চিত্রও দেখিতে অতি বিশ্রী লাগে । কেবলভাবে তীরের ফলা আকিতে হয় তাহা পৃষ্ঠকের শেষে দেওয়া হইয়াছে ।

ঠিক কিভাবে লেখাগুলি গুড়িত করিতে হইবে, তাহার কোন নির্দিষ্ট নিয়ম নাই ; ইহা নজ্বাকর (draughtsman)-এর পছন্দমত । তবে এক নজ্বায় একই ধরণের অক্ষর ও সংখ্যা মুদ্রিত করাই নিয়ম । লেখাগুলিকে কাগজের আয়তনের সহিত সামঞ্জস্য রাখিয়া বড়, মাঝারি বা ছোট করিতে হয়,—যাহাতে সম্পূর্ণ চিত্রের সৌন্দর্য বৃদ্ধি হয় । লেখার ছাদ (style) অনেক ব্রকমের হইয়া থাকে ।

ব্লক প্রিন্টিং (Block printing)—এইগুলি শিরোনাম প্রভৃতির অন্ত ব্যবহৃত হয়, ও ইহারা “বড় হাতের” লেখা (Capital Letters) । এ অক্ষরগুলির আবার ছাদ-ভেদে প্রকারভেদ আছে ; যথা :—(1) সাত-পাঁচ ঘরের ব্লক অক্ষর, (2) পাঁচ-পাঁচ ঘরের ব্লক অক্ষর, (3) খাড়া ‘গথিক’ অক্ষর (Vertical Gothic Letters), (4) হেলান ‘গথিক’ অক্ষর (Inclined Gothic Letters), (5) খাড়া ‘রোম্যান’ অক্ষর (Vertical Roman Letters), (6) হেলান ‘রোম্যান’ অক্ষর (Inclined Roman Letters) ।

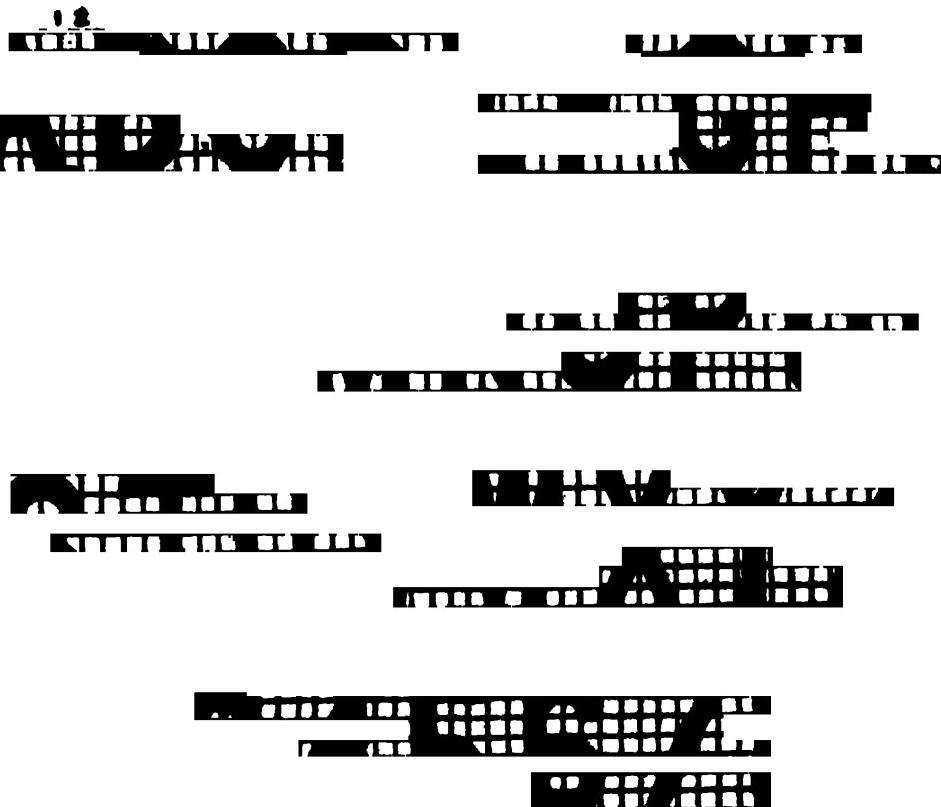
ইহা ছাড়া আবার “ছোট হাতের” (Small or Lower-case Letters)-ও আছে । সেগুলি এই :

(1) খাড়া ‘গথিক’ ছোট হাতের লেখা (Vertical Gothic Lower-case Letters) ; (2) হেলান ‘গথিক’ ছোট হাতের লেখা (Inclined Gothic Lower-case Letters) ; (3) খাড়া ‘রোম্যান’ ছোট হাতের লেখা (Vertical Roman

Lower-case Letters) ; (4) হেলান' 'রোম্যান' ছোট হাতের লেখা (Inclined Roman Lower-case Letters)। ইহাদের সক্ষে আবার সংখ্যাও আছে।

বড় হাতের লেখাঙ্ক অনুলাঃ

(1) সাত-পাঁচ ঘরের বড় অক্ষর ও সংখ্যা—



চিত্ৰ নং ৩৫

[১^ত] ইঞ্চি ব্যবধানে] আটটি সমান্তরাল অগ্রভূমিক রেখা আল্গা আল্গা ভাবে পেশিলে টানিয়া, অঙ্কুপ ব্যবধানে ক্র্যাক্ষয়ে উর্ধ্বাধঃ রেখা টানিয়া চৌকা চৌকা ঘৰ করিলে ইহাতে উর্ধ্বাধঃভাবে সাতটি ঘৰ হইবে। এইবাবে এক-একটি অক্ষরের অন্ত বাম হইতে দক্ষিণ দিকে পাঁচটি করিয়া রেখা, এবং দ্বাই পাশাপাশি অক্ষরের মধ্যে দুইটি করিয়া ঘৰ ছাড় বাধ। কেবল “আই” (I) লিখিবার অন্ত দুইটি রেখা, (মাঝ একটি ঘৰ), এবং M ও W লিখিবার অন্ত ছয়টি করিয়া রেখা ধরিতে হয়। পরে সেট-কোষ্যার দিয়া সবল বৈধিক অংশ, ও কম্পাস দিয়া কোণগুলি গোল করিয়া কালি দিয়া ভৱাট করিয়া, পেশিলের ঘৰগুলি মুছিয়া দিতে হয়। কালি দিবাৰ সময় বৃত্তাংশগুলিকে প্রথমে কালি দিতে হয়।

(২) পাঁচ-পাঁচ ঘরের বড় হাতের অক্ষন ও সংখ্যা—

ইহাতেও [চুট "ইঞ্চ ব্যবধানের] ছয়টি সমান্তরাল অঙ্কুরিক লেখা, ও অঙ্কুরপ ব্যবধানে উর্ধ্বাধঃবেধা সকল টানিয়া চোকা চোকা ঘর করিয়া, এক-একটি অক্ষরের অন্ত বাম হইতে দক্ষিণে পাঁচটি করিয়া লেখা, ও দুই ~~বায়ে~~ মধ্যের ফাঁকের অন্ত দুইটি করিয়া ঘর ছাড়িতে হয়।



চিত্র নং ৩৬

২(a) এইক্লপ আট ঘরের বড় অক্ষন আছে ; ইহার নম্বনা এবং ছাদের বিশেষত্ব নং ৩৭ চিত্রে দেখান, হইল :—



চিত্র নং ৩৭

(3) খাড়া "গধিক" অক্ষর ও সংখ্যা—

এই পদ্ধতি অঙ্গসারে অক্ষরগুলির উচ্চতা বত, তাহার অঙ্গপাতে দৈর্ঘ্য ০.৭ হইতে ০.৭২-আন্দাজ হইয়া থাকে। ইহাতে "A"-র স্থান মাথা ও "J", "V"-র নীচেটা, এবং C, G, O, Q, S,—ইহাদের উপর ও নীচের অঙ্গপাত অক্ষর ছাড়াইয়া সামান্য একটু বড় করিয়া লেখা হয়, নহিলে নকরে ঐগুলি~~সামান্য~~ ছোট দেখায়। অক্ষরের নমুনা :—

A B C D E F G H
 J K L M N O P Q R
 S T U V W X Y Z &
 । ২ ৩ ৪ ৫ ৬ ৭ ৮ ৯ ০

খাড়া "গধিক" অক্ষর

চিত্র নং ৩৪

অক্ষরগুলির শোটামুতি অঙ্গপাত

[অক্ষরের উচ্চতা = 1 (একক) বলিয়া গ্ৰহণ কৰিয়া]

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
উপরের বিত্তার	—	.৯	.৯৩	.৯৩	.৮৭	.৮৭	.৯৩	.৮৭	.০৭	.০৭	.৮৭	.০৭	১.১
নীচের বিত্তার	১.১	.৯৭	.৯৭	.৯৩	.৮৭	.০৭	.৮৭	.০৭	.০৭	.৭৭	.৯৮	.৭৭	১.১

	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y
উপরের বিস্তার	.93	1	.87	1	.93	.87	.93	.93	1	1.46	.97	.93
নীচের বিস্তার	.98	1	.07	1	.97	.93	.07	.93	-	.73	.07	.07

	Z	&	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
উপরের বিস্তার	.87	.47	.07	.8	.77	.33	.77	.83	.93	.77	.93	.93
নীচের বিস্তার	.87	.93	.07	.93	.93	.83	.93	.93	.07	.97	গোল	গোল

কিন্তু এত ধরাকাট করিয়া বড় কেউ নিখে না, তাহার বদলে নং ৩৯ চিত্রে
প্রদর্শিত প্রথাই সবিশেষ প্রচলিত। ইহাতে A, C, G, M, N, O, Q, S, এই
অক্ষরগুলির উর্ধ্বাধঃ দৈর্ঘ্যকে যদি 'L' ধরা যায় তবে অন্য অক্ষরগুলির উর্ধ্বাধঃ

A B C D E F G H I J K L M N
 O P Q R S T U V W X Y Z
 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 & 7 5

খাড়া "গধিক" অক্ষর

চিত্র নং ৩৯

দৈর্ঘ্য $\frac{2}{3}L$ হয় ; আর J, U, V,—এই কয়টি অক্ষরের নীচের দিক একটু বাড়িয়া
থাকে। চিত্র নং ৩৯ দেখিলে ইহা স্পষ্ট বোধগম্য হইবে।

(৪) বড় হাতের হেলান' "গাধিক" অক্ষর—

খাড়া "গাধিক" অপেক্ষা হেলান' "গাধিক"-এর মূল্য এই যে, লিখিবার সময় যদি ইহাদের মধ্যে আনতির সামান্য তফাঁ-ও হয়, তবে তাহা ততটা নজরে ধরা পড়ে— তবে যে-সব অক্ষর একেবারে সরলরেখা থাবা গঠিত নহে,—যেমন, B, C, G, J, O, Q, U, প্রভৃতি,—সেগুলি শুধুহাতে স্থানভাবে লিখিতে একটু অভ্যাসের অভ্যর্থনা করে। কিন্তু আর একপ্রকার হেলান' "গাধিক" অক্ষর আছে, তাহাতে উপরের অসুবিধা নাই; এগুলি বহুলাঙশেই সরলরেখা থাবা গঠিত, কেবল কোণগুলি হাতে করিয়া লেখা হয়। এজাতীয় অক্ষরের চলন খুব বেশি।

*ABCDEFGHIJKLMN
OPQRSTUVWXYZ
1234567890 & ৭৫.*

হেলান' "গাধিক" অক্ষর

চিত্র নং ৪০

এইভাবে লিখিবার সময় অনেকে আবার কোন কথার প্রথম অক্ষরটি অন্তর্ণিলি অপেক্ষা একটু বড় করিয়া লিখেন, যথা—"COMBINATION"; ইহাতে প্রথম অক্ষর C-টি যত বড় হইবে, বাকীগুলি তাহার সু হইয়া থাকে। ইহাতে সকল অক্ষরের আনতি সমান হয়, এবং তাহা 60° -ডিগ্রি হইতে 70° -ডিগ্রির মধ্যে রাখা হয়। অন্ত সব অক্ষর 60° -ডিগ্রি আনতি হইলে, "A" লিখিবার সময়, প্রথমে 60° -ডিগ্রির এক রেখা টানিয়া, যে বিন্দুতে ঐ রেখা উপরের নিয়ন্ত্রক রেখা (Guide line)-কে স্পর্শ করিবে, অগ্রে সেই বিন্দু হইতে একটি লম্ব-পাত কয়িয়া নীচের নিয়ন্ত্রক রেখা পর্যন্ত টানিতে হয়; (ইহা "A"-র ডানদিকের পাদ); এবং এই রেখা, পূর্বে অঙ্কিত 60° -ডিগ্রি রেখা হইতে, নীচের দিকে যতটা ডানদিকে আছে, ততটা দূরে, বামদিকে এক বিন্দু লক্ষিয়া, হইতে উপরের নিয়ন্ত্রক রেখা ও 60° -ডিগ্রির রেখার মিলন-বিন্দু পর্যন্ত আবর এক রেখা টানিলে, তাহা A-র বামপাদ হইবে; আবর সাবের "পেট-কাটা" শয়ান-রেখা হই নিয়ন্ত্রক রেখার অর্ধেকেরও একটু নীচে হইবে। "V" লিখিতে উন্টা "A" লিখিতে হয়।

হাদ। ইহাৰ দ্বাৰাও সুন্দৰভাবে লেখা ও শিরোনামেৰ কাজ সম্পন্ন হয়। লক্ষ্য কৱিতে হইবে, কি বড় আৱ কি ছোট-হাতেৰ অক্ষয়গুণতে বাংলা অক্ষৱেৰ মত যাজা দেওৱা থাকে। ৪৪ ও ৪৫ নং চিত্ৰে ইহাৰ ও সংখ্যাৰ নমনা দেওৱা হইল।

অক্ষকল অৰ্পণেৰ প্ৰথা—“ছোট-হাতেৰ” ছোট ছোট অক্ষৱ মূল্যন্ত্ৰে সময় সাধাৰণতঃ উপসূক্ত আকাৰেৰ অক্ষৱেৰ অন্ত দুইটি নিৰ্দিষ্ট-বেৰখা (guide lines) পেঙ্গিল দিয়া টানিয়া, (এবং আবশ্যক বিবেচনা কৱিলে, হেলান' অক্ষৱেৰ বেলা 60° হইতে 70° ডিগ্ৰিৰ মধ্যে মাঝে মাঝে হেলান' ৱেখাসকলি হাকা-ভাবে পেঙ্গিলেৰ দ্বাৰা দাগ দিয়া), একেবাৰে কালি দিয়াই তাহা মুদ্রিত কৰা হইয়া থাকে ; অনভিজনিগৰ পক্ষে, প্ৰথমে হাকা-ভাবে পেঙ্গিলে লিখিয়া, তাহাৰ উপৰে ধীৱতাৰ সহিত কালি দিয়া মুদ্রিত কৰাই বিধি ; আৱ যখন শিরোনাম প্ৰস্তুতি মুদ্রিত কৱিতে হয়, তখন ঐগুলি প্ৰথমে মানান মত কৱিয়া পেঙ্গিলে লিখিয়া, তাহাৰ পৰে, লাইনিং-পেন (lining-pen) এবং কম্পাসেৰ মাহায়ে কালি দিয়া অক্ষয়গুণৰ বাহিৱেৰ ৱেখাগুলি সংজোৱে টানিয়া, অবশ্যে সূক্ষ্ম তুলিৰ দ্বাৰা কালি দিয়া সাবধানে উহা ভৱাট কৱিয়া দিয়া, কালি শুকাইলে, পেঙ্গিলেৰ দাগগুলি ভাল কৱিয়া মুছিয়া দিতে হয়।

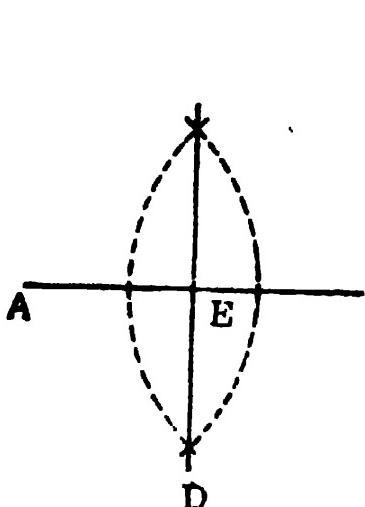
পঞ্চম পর্লিচ্ছদ

রেখা ও কোণকে দ্বিখণ্ডিত করা (Bisecting Lines and Angles)

কোন রেখাকে দ্রুই সমান-ভাগে ভাগ করা

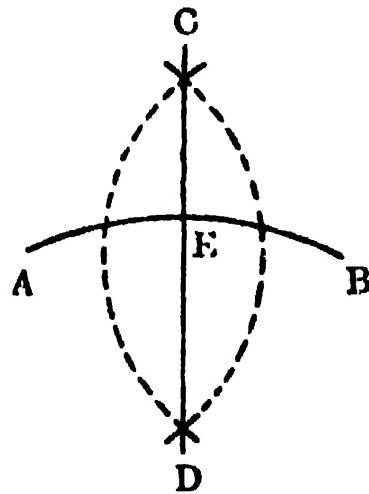
কোন এক রেখা AB অঙ্কিত কর ; ইহা সরল কিংবা বক্ষ দ্রুই হইতে পারে

আনন্দান্তর কম্পাসকে AB-রেখার অর্ধেকের বেশি ফাঁক করিয়া লইয়া,



সরলরেখাকে সম-বিখণ্ডিত করা

চিত্র নং ৪৮ (I)



বক্ষরেখাকে সম-বিখণ্ডিত করা

চিত্র নং ৪৮ (II)

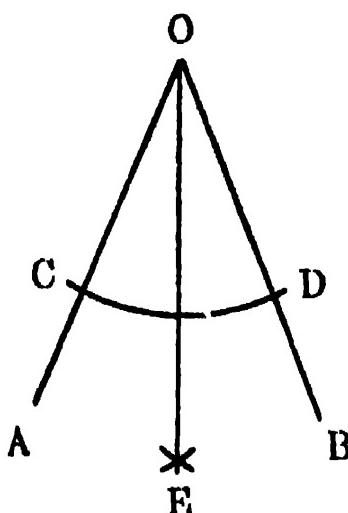
প্রথমে A-বিন্দুকে কেন্দ্র করিয়া একটি চাপ (arc) অঙ্কিত কর, ও তাহার পরে B-বিন্দুকে কেন্দ্র করিয়া, অন্য একটি চাপ (arc) অঙ্কিত কর। মনে কর, ঐ দ্রুই চাপ (arcs) C ও D বিন্দুতে পরস্পরকে ছেদ করিতেছে। এইবাবে C ও D-বিন্দুস্থ এক সরল রেখার ঘোরা ঘোগ কর।

তাহা হইলে AB-রেখা E-বিন্দুতে সম-বিখণ্ডিত হইল।

জষ্ঠব্য : এক্ষেত্রে CE-রেখা AB-রেখার উপরে সম-ভাবে (perpendicularly) আপত্তি হইবে। এইভাবে কোন রেখার উপরে সম (perpendicular) অঙ্কিত করা যাব।

কোণ কোণকে ছুই সমান-ভাগে ভাগ করা।

(i) যখন কোণের ছুই বাহ একই বিন্দুতে মিলিত হয় :

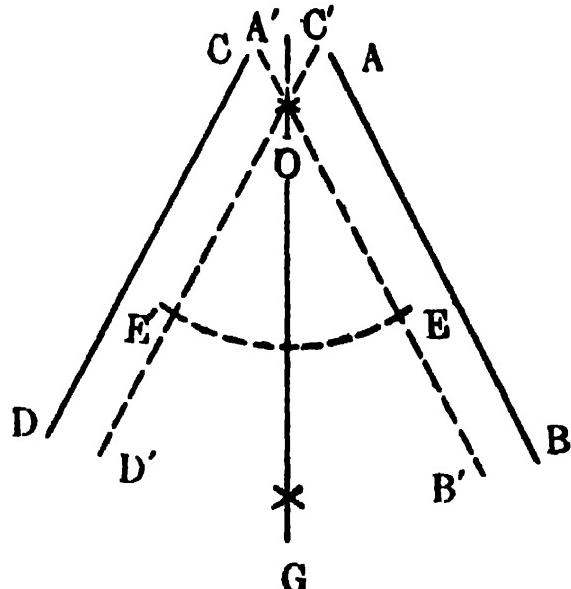


যখন কোণের ছুই বাহ একই বিন্দুতে মিলিত হয়
চিত্ৰ নং ৪৭ (i)

মনে কৰ, AOB-কোণকে সম-স্থিতিত
কৱিতে হইবে। O-কে কেন্দ্র কৱিয়া,
OA-বাহ অপেক্ষা কিছু কম ফাঁক কৰি
CD-চাপ (arc) অঙ্কিত কৰা এইবাবে,
একবাব C-কে কেন্দ্র কৱিয়া, ও তাহার পৰে
D-কে কেন্দ্র কৱিয়া, দুইটি চাপ কৰা ; মনে
কৰ, তাহারা পৰম্পৰাকে E-বিন্দুতে ছেদ
কৱিতেছে। O ও E-বিন্দুস্থ এক সরল-
রেখাৰ দ্বাৰা ঘোগ কৰ। ইহা কৱিলে
AOB-কোণ DE-রেখাৰ দ্বাৰা সম-স্থিতিত
হইল।

(ii) যখন কোণের ছুই বাহ একই বিন্দুতে মিলিত হয় না :

কোণের ছুই বাহ AB ও
CD অঙ্কিত কৱিয়া, সেটি-
কোণ্যাবেৰ সাহায্যে উহাদেৱ
উভয়েৰ সমান্তৰালে A'B' ও
C'D' রেখা দুইটি অমনভাবে
ঝাক, বাহাতে উহারা O-বিন্দুতে
মিলিত হয়। এইবাবে E'-E-
চাপ ঝাক, ও G-বিন্দু নির্ধাৰণ
কৰ। O-G ঘোগ কৰ। তাহা
হইলে অগুণ কোণকে স্থিতিত
কৰা হইল।



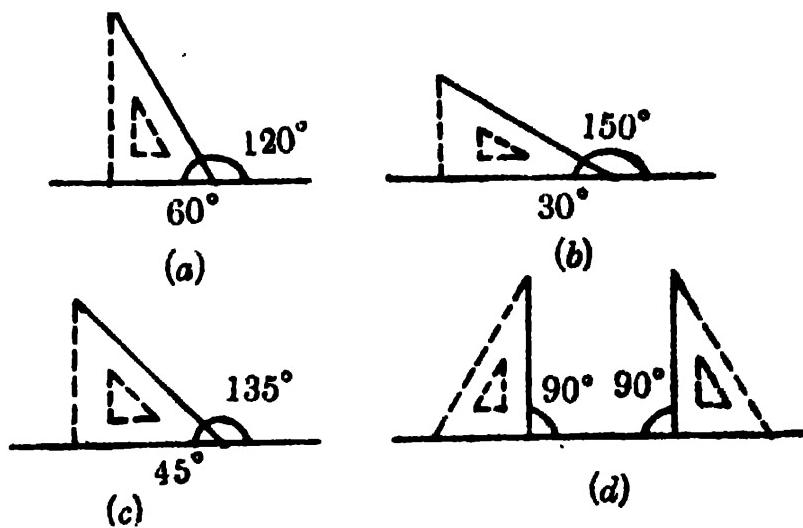
যখন কোণের ছুই বাহ একই বিন্দুতে মিলিত হয় না
চিত্ৰ নং ৪৭ (ii)

ষষ্ঠ পরিচ্ছন্ন
**সেট-কোয়ারের সাহায্যে, এবং অন্য উপায়ে,
 বিভিন্ন কোণ অঙ্কন করা।**

**Drawing of different Angles by means of Set-squares,
 and Constructions)**

(i) সেট-কোয়ারের সাহায্যে কোণ অঙ্কন করা :

ড্রয়িং-বোর্ডের উপরে কোন অনুভূমিক বা শ্যান রেখা (horizontal line) অঙ্কিত করিয়া, তাহার সঙ্গে (ক) 60° - 30° সেট-কোয়ারের 60° -ডিগ্রি কোণের বাহি ভিড়াইয়া অতিভূজ (hypotenuse) ছাঁইয়া রেখা টানিলে কোণটি 60° , ও বড়টি ($180^{\circ} - 60^{\circ} =$) 120° ডিগ্রিতে অঙ্কিত করা হইবে [চিত্র নং 48(a)]



সেট-কোয়ারের সাহায্যে কোণ অঙ্কন
 চিত্র নং 48

- (খ) $60^{\circ} - 30^{\circ}$ সেট-কোয়ারের 30° -ডিগ্রি কোণের বাহি টি-কোয়ারের সঙ্গে ভিড়াইয়া অতিভূজ (hypotenuse) ছাঁইয়া রেখা টানিলে, শ্যান রেখার সহিত ছোট কোণটি 30° , ও বড়টি ($180^{\circ} - 30^{\circ} =$) 150° ডিগ্রিতে অঙ্কিত করা হইবে [চিত্র নং 48(b)] ।
- . (গ) 45° -সেট-কোয়ারের ষে-কোন বাহি ভিড়াইয়া অতিভূজ (hypotenuse)

ছুঁইয়া রেখা টানিলে ছোট কোণটি 45° , ও বড়টি $(180^\circ - 45^\circ =) 135^\circ$ অঙ্কিতে অঙ্কিত করা হইবে [চিত্র নং 48(c)] ।

(ঘ) যে-কোন সোঁচ-কোণ্ডারের 90° -কোণকে ছুঁয়াইয়া থাঢ়া রেখা টানিলে উহা ঐ অল্পভূমিক রেখার উপর অন্তর্ভুক্ত (perpendicularly) হইবে [চিত্র নং 48(d)] ।

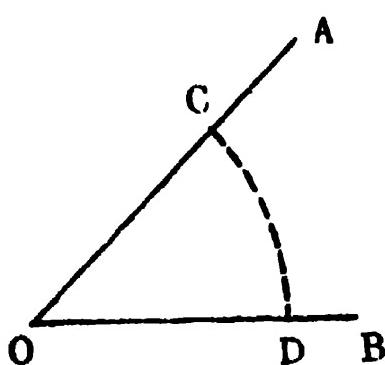
(ii) ঢাকনা বা ‘প্রোট্রিয়াক্টার’-এর সাহায্যে কোণ অঙ্কন করা :

(‘প্রোট্রিয়াক্টার’ বর্ণনা করার সময় ইহা বিস্তার করিয়া বলা হয়েছে ।) [চিত্র নং 31(a) & (b)]

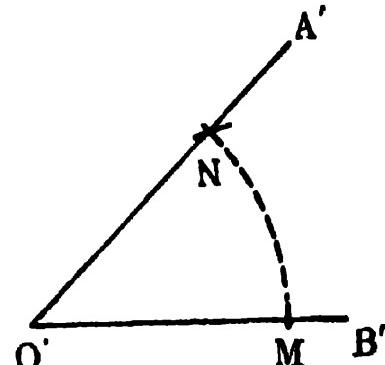
(iii) অক্টবেজ সাহায্যে কোণ অঙ্কিত করা (by construction) :

(ক) কোন কোণের সমান করিয়া এক কোণ অঙ্কিত করা :

মনে কর, $\angle AOB$ -কোণের সমান করিয়া কোন কোণ অঙ্কিত করিতে হইবে ; এখন O -কেন্দ্র হইতে যে-কোন ব্যাসার্ধ- OC লইয়া কম্পাসের সাহায্যে এক চাপ (arc) অঙ্কিত কর [চিত্র নং 49(i)] ; মনে কর OB -ভূজকে D -বিন্দুতে ছেদ করিল ।



চিত্র নং 49 (i)



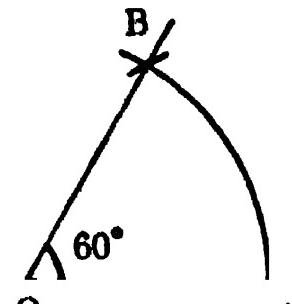
চিত্র নং 49 (ii)

এইবাবে অন্তর $O'B'$ -রেখা টান [চিত্র নং 49(ii)] । O' -বিন্দু হইতে OD -ব্যাসার্ধের সমান করিয়া এক চাপ ‘ MN ’ অঙ্কিত কর । কম্পাসকে DC -র সমান ফাঁক করিয়া লইয়া M -বিন্দু হইতে সেই অঙ্কিত চাপকে N -বিন্দুতে ছেদ কর ; $O'N$ -রেখা টান । এখন $A'O'B'$ -কোণ AOB -কোণের সমান হইবে ।

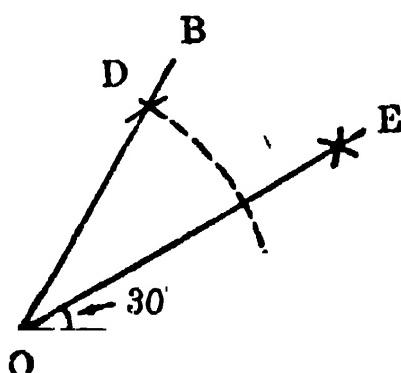
(খ) কোণ এক নির্দিষ্ট ডিগ্রি কোণ অঙ্কন করা :

(i) 60° -ডিগ্রি কোণ :—

ব্যাসার্ধ OA লইয়া একটি চাপ (arc) অঙ্কিত কর (চিত্র নং ৫০), ও সেই ব্যাসার্ধ দিয়াই চাপকে ছেদন কর ; যে (B)-বিন্দুতে চাপ ছেদিত হইল, সেই বিন্দু ও O-বিন্দুর মধ্যে এক সরলরেখা টানিলে $\angle BOA = 60^{\circ}$ -ডিগ্রি হইবে ।



চিত্র নং ৫০



চিত্র নং ৫১

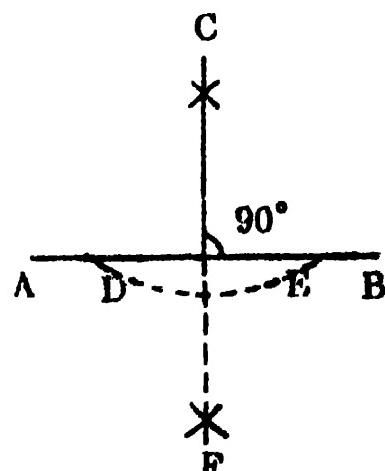
(ii) 30° -ডিগ্রি কোণ :—

60° -ডিগ্রি কোণ $= \angle BOA$ অঙ্কিত করিয়া, যে-কোন ব্যাসার্ধ লইয়া DC-চাপ অঙ্কিত কর (চিত্র নং ৫১) ; এইবাবে, একবাব C-কে কেন্দ্র করিয়া, ও একবাব D-কে কেন্দ্র করিয়া, চাপ আকিয়া পরম্পরাকে E-বিন্দুতে ছেদ কর । (কোণকে দ্বিখণ্ডিত করিবার প্রক্রিয়া) ।

এখন O এবং E বিন্দুস্থ দিয়া রেখা টানিলে EOC-কোণ 30° -ডিগ্রি হইবে ।

(iii) 90° -কোণ, [সমকোণ বা লম্ব (Right-angle or Perpendicular)] :

(ক) ধে-কোন বিন্দু C ইতিতে কোন রেখা AB-র উপরে লম্বপাতিত করিতে হইবে । যদি ঐ লম্বপ্রদত্তরেখার মাঝখান-বরাবর হয়, তবে, ঐ C-বিন্দুকে কেন্দ্র করিয়া এমন ব্যাসার্ধ লইয়া এক চাপ অঙ্কিত কর (চিত্র নং ৫২), যাহা রেখাটিকে D ও E এই দুই স্থানে ছেদ করে ; এইবাবে, একবাব D-কে কেন্দ্র করিয়া, এবং অগ্রবাব E-কে কেন্দ্র করিয়া চাপ অঙ্কিত

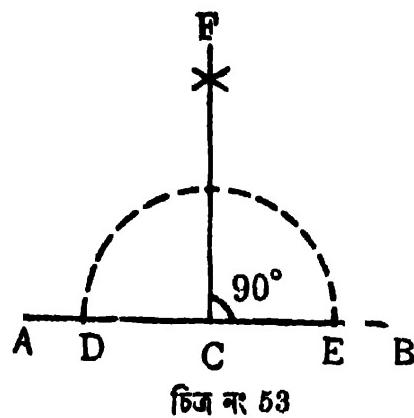


চিত্র নং ৫২

কৱিয়া পৰম্পৰকে মু-বিন্দুতে ছেদ কৰ ; C ও F যোগ কৰ। ঐ CF-ৱেখা AB-ৱেখাৰ সহিত 90° -ডিগ্ৰি কোণ উৎপন্ন কৱিবে,—অর্থাৎ উহাৰ লম্ব হইবে।

(খ) যদি কোন রেখাৰ উপৰে কোন বিন্দু হইতে লম্ব তুলিতে হয় :

মনে কৰ, কোন সমলৈখা AB-ৰ উপৰে অবস্থিত C-বিন্দু হইতে এক

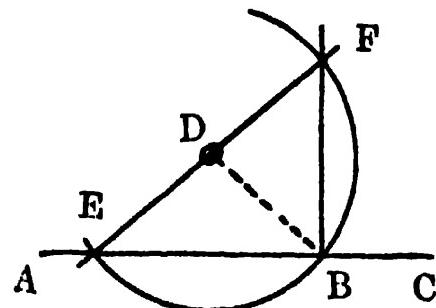


চিত্ৰ নং ৫৩

তুলিতে হইবে। ইহা কৱিতে হইলে, C-বিন্দুকে কেন্দ্ৰ কৱিয়া একটা অধ-বৃত্ত অক্ষন কৰ, এবং যে D ও F-বিন্দু হইটিতে উহাৰা AB-ৱেখাৰ স্পর্শ কৱিতেছে, সেই দুইটি বিন্দুকে কেন্দ্ৰ কৱিয়া দুইটি এমন চাপ অঙ্কিত কৰ যাহাৰা পৰম্পৰকে F-বিন্দুতে ছেদ

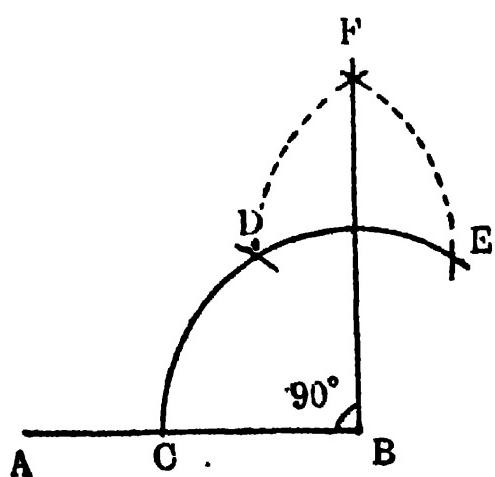
কৰে। C-F যোগ কৰ। ঐ CF-ৱেখা ই C-বিন্দু হইতে AB-ৱেখাৰ উপৰে লম্ব।

(গ) অন্ত প্ৰক্ৰিয়াঃ AC-ৱেখাৰ উপৰ যে-কোন এক বিন্দু (B)-ৰ উপৰে লম্ব তুলিতে হইলে যে-কোন এক বিন্দু D-কে কেন্দ্ৰ, আৰ D-B-কে ব্যাসাধ কৱিয়া এক বৃত্তাংশ EBF অঙ্কিত



চিত্ৰ নং ৫৪

কৰ। E ও D-বিন্দুৰ ছুইয়া ঐ বৃত্তাংশেৰ ব্যাস টান। এখন, যে F-বিন্দুতে ঐ ব্যাস বৃত্তাংশকে ছেদ কৱিল, তথা হইতে BF-ৱেখা অঙ্কিত কৱিলে উহা AC-ৱেখাৰ B-বিন্দুতে লম্ব হইবে।



চিত্ৰ নং ৫৫

(ঘ) যদি কোন রেখাৰ এক প্রান্তে লম্ব তুলিতে হয় :

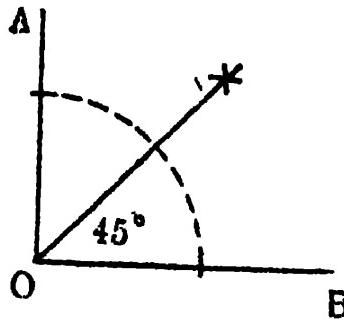
, মনে কৰ, AB-ৱেখাৰ B-প্রান্তে এক লম্ব তুলিতে হইবে। B-কে কেন্দ্ৰ,

করিয়া AB-অপেক্ষা কম যে-কোন ব্যাসার্ধ BC লইয়া এক চাপ CDE অঙ্কিত কর, ও ব্যাসার্ধ BC-র সমান রাখিয়া, চাপকে, C-বিন্দু হইতে CD ও DE, এই দুই সমান-ভাগে ভাগ কর। এইবাবে D ও E-বিন্দুসম হইতে একটি করিয়া অঙ্কিত করিয়া পরম্পরাকে F-বিন্দুতে ছেদ কর। BF যোগ কর। এখন BF-রেখা AB-সরল রেখার JB-প্রান্তে লম্ব হইল।

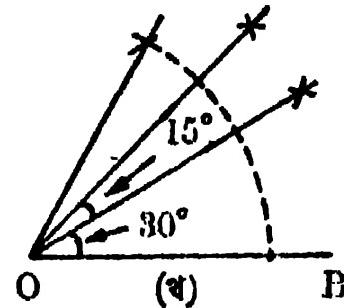
(৩) ~~৪৫°~~-ডিগ্রি কোণ :

(ক) এক সমকোণ অঙ্কিত করিয়া তাহাকে দুই সম-ভাগে ভাগ করিলে 45° -ডিগ্রি কোণ হয়।

(খ) ব্যাসার্ধের সমান করিয়া কোন চাপকে ছেদন করিলে 60° -ডিগ্রি কোণ



চিত্র নং 56



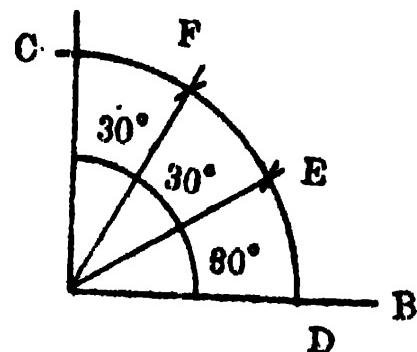
চিত্র নং 57

পাওয়া যায় ; তাহাকে আবার সম-ভিত্তাগ করিলে দুইটি 30° -ডিগ্রি কোণ হয়। দ্বিতীয় 30° -ডিগ্রিকে সম-ভিত্তাগ করিয়া নৌচের 30° -ডিগ্রির সঙ্গে একত্র করিলে 45° -ডিগ্রি কোণ পাওয়া যায়।

(৫) সমকোণকে তিনি সমান-ভাগে ভাগ করা :

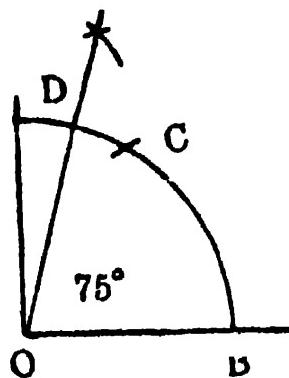
ইহা 30° -ডিগ্রি কোণ অঙ্কন করা রই অপর প্রক্রিয়া। কোন এক সমকোণ অঙ্কিত করিয়া যে-কোন ব্যাসার্ধ লইয়া CD-চাপ অঙ্কন কর ; এবং ঐ ব্যাসার্ধ

দিয়া, একবাবে C-কেন্দ্র হইতে চাপকে E-বিন্দুতে ছেদ কর, এবং অন্তবাবে D-কেন্দ্র হইতে F-বিন্দুতে ছেদ কর। তাহা হইলে OE ও OF রেখাদ্বয় সমকোণকে তিনি সমান ভাগে ভাগ করিবে।



চিত্র নং 58

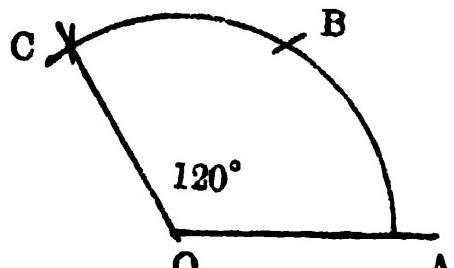
(vi) **৭৫°-ডিগ্রি কোণ :** প্রথমে সমকোণ অঙ্কিত কর ; এইবাবে যে-কোন ব্যাসার্ধ লইয়া AB-চাপ অঙ্কিত কর, ও B-কেন্দ্র হইতে ঐ ব্যাসার্ধ দিয়া চাপকে C-বিন্দুতে ছেদ কর। তাহা হইলে $\angle BOC$ -কোণ 60° -ডিগ্রি হইবে, ও $\angle AOC$ -কে 30° -ডিগ্রি হইবে। এইবাবে এই $\angle AOC$ -কোণকে সম-বিখণ্ডিত করিয়া 60° -ডিগ্রির সঙ্গে আঁকিয়া লও ; তাহা হইলে $\angle BOD$ কোণ 75° -ডিগ্রি হইবে।



চিত্র নং ৫৯

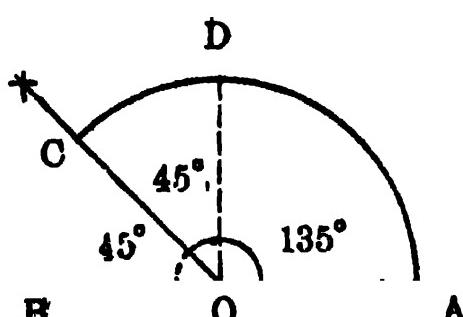
ষে-কোন ব্যাসার্ধের চাপ AB অঙ্কিত করিয়া তাহাকে আরও বর্ধিত কর, আর A হইতে ঐ ব্যাসার্ধের দূরত্বের সমান করিয়া চাপকে একবার B-তে ছেদ কর, আর বিতীয়বাবে C-তে ছেদ কর ; OC ঘোগ কর ; তাহা হইলে $\angle COA$ -কোণ 120° -ডিগ্রি হইল।

(vii) **১২০°-ডিগ্রি কোণ :** ষেহেতু 60° -ডিগ্রির দ্বিগুণ 120° -ডিগ্রি, তাই 60° -ডিগ্রি অঙ্কনের প্রক্রিয়া দ্বইবাবে করিলে 120° পাওয়া যাব ; অর্থাৎ



চিত্র নং ৬০

(viii) **১৩৫°-ডিগ্রি কোণ :**



চিত্র নং ৬১

$180^{\circ} - 45^{\circ} = 135^{\circ}$ -ডিগ্রি বলিয়া,

প্রথমে দুই সমকোণ ($= 180^{\circ}$) $\angle AOB$ অঙ্কিত কর, ও তাহা হইতে $\angle BOC = 45^{\circ}$ -ডিগ্রি বাদ দাও ; তাহা হইলে $\angle AOC = 135^{\circ}$ -ডিগ্রি হইবে।

অন্তভাবেও ইহা করা যাব ; অর্থাৎ প্রথমে এক সমকোণ $\angle AOD$ অঙ্কিত কর ; ও তাহার গায়ে একটি 45° -ডিগ্রির কোণ $\angle DOC$ অঙ্কিত কর ; তাহা হইলে $\angle AOC = 135^{\circ}$ -ডিগ্রির কোণ হইবে।

এইভাবে আরও অনেক আয়তনের কোণ অঙ্কন করিতে পারা যাব।

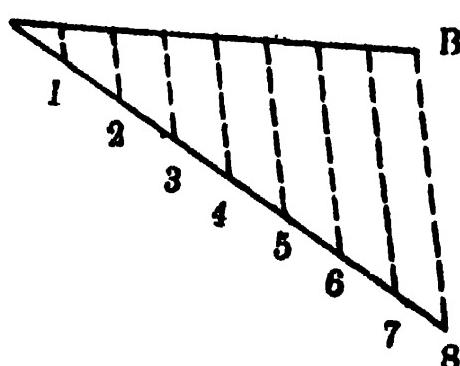
সপ্তম পর্মিশন্স

রেখাকে বহু ভাগে ভাগ করা।

(Division of Lines into a number of Parts)

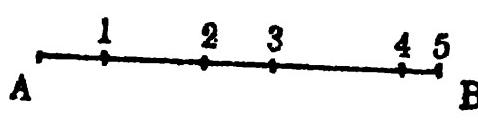
কোন রেখাকে বহু সমান-ভাগে ভাগ করা।

- মনে কর, কোন সরলরেখা AB-কে আট সমান-ভাগে ভাগ করিতে হবে। রেখার A-প্রান্ত হইতে যে-কোন কোণে অঙ্গ একটি রেখা অঙ্কিত করিয়া তাহাকে সমান আট ভাগে ভাগ কর। এই রেখা ও $\angle BAE$ সুবিধামূলক যত বড় হয়, ততই বিভাগগুলি নির্দিষ্ট হইবে। এইবাবে ওই রেখার দ্বাদশম বিন্দু (এক্ষেত্রে অষ্টম বিন্দু) সঙ্গে B-এর যোগ কর, ও উহার সহিত সমান্তর (parallel) করিয়া অপর ছেদ-বিন্দু হইতে (যথা 7, 6, 5, 4,...), রেখা টান। ঐ সমান্তর রেখাগুলি AB-রেখাকে ঠিক আট সমান-ভাগে ভাগ করিবে।



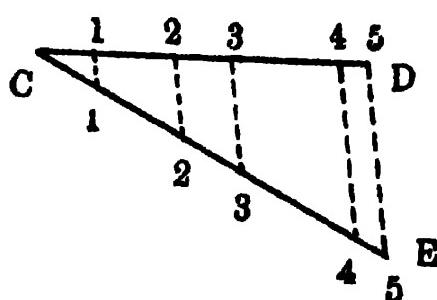
চিত্র নং 62

**কোন এক রেখা যেভাবে বিভক্ত আছে, আব্ল
একটি রেখাকে ঠিক সেইভাবে ভাগ করা।**



মনে কর, AB-রেখাকে অসমান

পাঁচ ভাগে ভাগ করা আছে; CD
রেখাকেও ঠিক সেইভাবে ভাগ করিতে
হইবে।



চিত্র নং 63

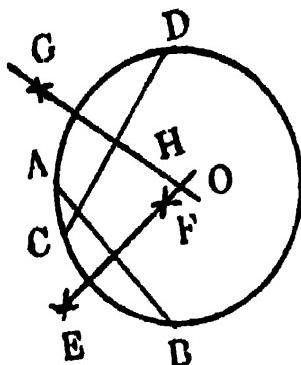
CD-রেখা টান, আব্ল উহার C-বিন্দু
হইতে যে-কোন কোণে CE-রেখা
AB-রেখার সমান করিয়া আক; এবং
AB-রেখার উপরের বিভাগ-চিহ্নগুলি
CE-র উপরে সঞ্চিবেশিত কর। এইবাবে,

DE যোগ কর ও উহার সমান্তরালে CE-র উপরের 4, 3, 2 ও 1 বিন্দু হইতে
রেখাগুলি টান। তাহা হইলে CD রেখা ও AB-র অনুরূপভাবে বিভক্ত হইল।

অঙ্কন পরিচেছন

বৃত্ত (Circle)

অঙ্কন কেন্দ্র নিঙ্গাপণ—বৃত্তের স্পর্শক (Tangent) অঙ্কন করিতে হইলে প্রথমে ঐ বৃত্তের কেন্দ্র নিরপৎ করিবার আবশ্যক করিব। যদি কোন বৃত্তের কেন্দ্র দেওয়া না থাকে, তবে তাহা নিরপৎ করিবার প্রক্রিয়া এই :—



চিত্র নং ৬৪

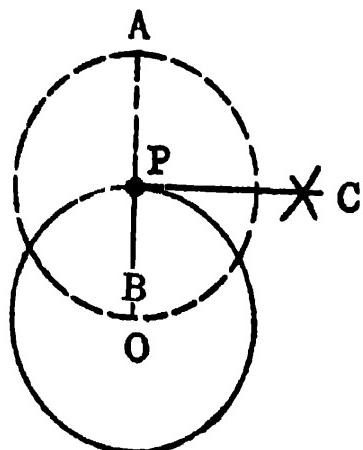
মনে কর, কোন বৃত্তের কেন্দ্র নিরপৎ করিতে হইবে। ইহা করিতে হইলে, প্রথমে যে-কোন দুইটি জ্যা (chord) AB ও CD অঙ্কিত কর। ঐ দুইটি জ্যাকে দুই সরলরেখা EF ও GH দ্বারা সমকোণে দ্বিখণ্ডিত কর। ঐ দুই রেখাকে বর্ধিত করিলে যে বিন্দুতে উহারা পরস্পরকে ছেদ করিবে, সেই বিন্দুই ঐ বৃত্তের কেন্দ্র]

বৃত্তের স্পর্শক-রেখা অঙ্কন

(Drawing of Tangent to Circles)

অঙ্কন পরিধির উপরে অবস্থিত কোন বিন্দু হইতে স্পর্শক-রেখা অঙ্কন :

O-বিন্দুকে কেন্দ্র করিয়া এক বৃত্ত অঙ্কিত কর ; ঐ বৃত্তের পরিধির উপরে অবস্থিত P-বিন্দুর সহিত এক স্পর্শক অঙ্কিত করিতে হইবে। OP যোগ কর, ও উহাকে উপরের দিকে PA পর্যন্ত বর্ধিত কর। P-কে কেন্দ্র করিয়া একটি বৃত্ত অঙ্কিত কর ; এ বৃত্তটি OPA-রেখাকে A ও B-বিন্দুতে ছেদ করিল। একবার A-কে কেন্দ্র করিয়া যে-কোন ব্যাসাধ লইয়া এক চাপ অঙ্কিত কর, আর তাহার

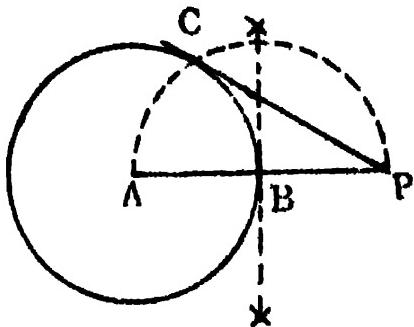


চিত্র নং ৬৫

পর B-কে কেন্দ্র করিয়া, সমান ব্যাসার্ধ লইয়া, এ চাপকে C-বিন্দুতে ছেদ কর। PC-রেখা টান, ও আবশ্যিক হইলে উহাকে ধর্মিত কর, এই PO-রেখা বৃক্ষের স্পর্শক-রেখা হইবে।

বৃক্ষের পরিধিক বাহিরে অস্থিত কোন বিন্দু হইতে স্পর্শক-রেখা আকর্ষণ :

মনে কোন বৃক্ষের বাহিরে অবস্থিত কোন বিন্দু (P) হইতে ঐ বৃক্ষের স্পর্শক-রেখা আকৃত হইবে। প্রথমে বৃক্ষের কেন্দ্র A, ও P-বিন্দুকে মোগ করিয়া AP রেখা টান। এইবাবে ঐ AP-রেখাকে B-বিন্দুতে সম-ধৰ্মিত কর, ও B-কে কেন্দ্র করিয়া AB ব্যাসার্ধ লইয়া ACP অর্ধ-বৃক্ষ অঙ্কিত কর। মনে কর, উহা বৃক্ষকে C-বিন্দুতে ছেদ করিল। CP যোগ কর। ইহাই P-বিন্দু হইতে বৃক্ষের স্পর্শক।

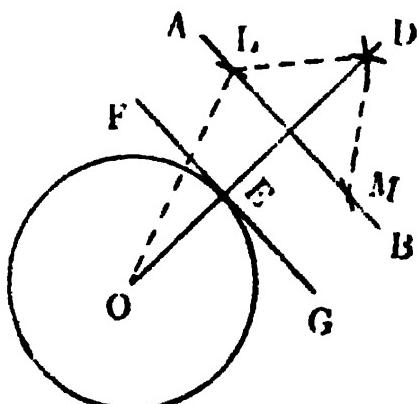


চিত্র নং ৬৬

কোন রেখার সহিত সমান্তরাল করিয়া কোন বৃক্ষের স্পর্শক আকর্ষণ :

মনে কর, কোন বৃক্ষের বাহিরে কোন রেখা AB অবস্থাছে, আর ঐ রেখার সহিত সমান্তরাল করিয়া বৃক্ষের স্পর্শক আকৃত করিতে হইবে। বৃক্ষের কেন্দ্র O-বিন্দু হইতে AB-রেখার উপর একটি সম্পাদ কর। ইহা করিতে হইলে, O হইতে AB-রেখার মুক্তম দূরত্বের কিছু বেশি ব্যাসার্ধ লইয়া AB-রেখাকে L ও M বিন্দুস্থলে ছেদ কর, এবং ঐ L ও M-কে কেন্দ্র করিয়া দুই চাপ অঙ্কিত করিয়া পরস্পরকে D-বিন্দুতে ছেদ কর। OD

যোগ কর। মনে কর, OD সেই লম্ব, আর উহা বৃক্ষকে E-বিন্দুতে ছেদ

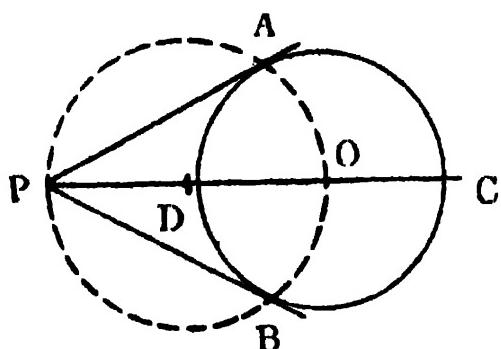


চিত্র নং ৬৭

কৰিতেছে। এবাৰ, ঐ E-বিন্দু স্পৰ্শ কৰিয়া OE -ৰ উপৰে একটি লম্ব FG অঙ্কিত কৰ, ঐ লম্বই বৃত্তের স্পৰ্শক-ৱেখা।

**বৃত্তকে বাহিৰেৰ কোন এক বিন্দু হইতে বৃত্তকে
উপৰে দুইটি স্পৰ্শক অঙ্কন:**

মনে কৰ, ACB কোন এক বৃত্ত, ও O তাৰার কেন্দ্ৰ; এবং P ঐ বৃত্তেৰ
বাহিৰেৰ কোন এক ~~বিন্দু~~ ঐ বিন্দু



চিত্ৰ নং ৬৪

হইতে বৃত্তেৰ উপৰে দুইটি স্পৰ্শক অঙ্কিত কৰিতে হইবে। PO সমল
ৱেখাৰ দ্বাৰা P ও O -কে যোগ কৰ; এই PO -ৱেখাকে D -বিন্দুতে সম-বিভক্ত
কৰ, ও উহাকে কেন্দ্ৰ এবং PD -কে
ব্যাসার্ধ কৰিয়া PAB -বৃত্ত অঙ্কিত
কৰ। যে দুই বিন্দু A ও B -তে এই

বৃত্ত প্ৰথম বৃত্তকে ছেদ কৰিবে, তাৰাদেৰ সহিত P -কে যোগ কৰিয়া PA ও
 PB অঙ্কিত কৰ। এই দুই ৱেখা প্ৰথম বৃত্তেৰ দুই স্পৰ্শক হইবে।

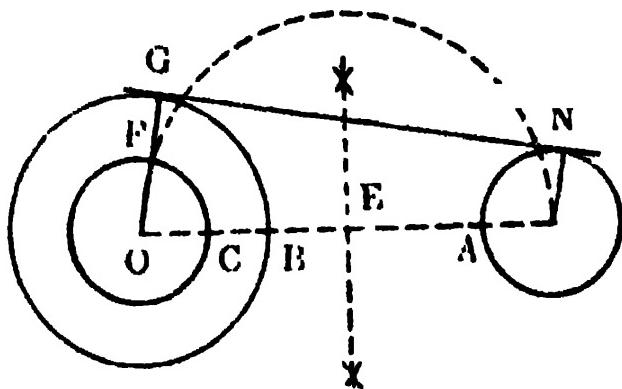
**দুই অসমান বৃত্তকে স্পৰ্শ কৰিয়া একটি স্পৰ্শক
অঙ্কন:**

মনে কৰ, দুইটি অসমান বৃত্ত এ-উহার নিকট হইতে কিছু দূৰে বাহিৰাছে;
উহাদেৰ বড়টিৰ কেন্দ্ৰ O , এবং ছোটটিৰ কেন্দ্ৰও নিৰ্দিষ্ট আছে; উহাদেৰ
সাধাৰণ স্পৰ্শক (Common tangent) অঙ্কিত কৰিতে হইবে।

O -ৰ সহিত অপৰ বৃত্তেৰ কেন্দ্ৰ যোগ কৰ।

মনে কৰ, এই ৱেখা বড় বৃত্তকে B -বিন্দুতে, ও ছোট বৃত্তটিকে A -বিন্দুতে
ছেদ কৰিল। B হইতে ছোট বৃত্তেৰ ব্যাসার্ধৰ সমান কৰিয়া BO -ৰ উপৰে
 C -বিন্দু দাগ দাও এবং O -কে কেন্দ্ৰ কৰিয়া OC -ব্যাসার্ধ লইয়া CF বৃত্ত অঙ্কিত
কৰ। এইবাৰ দুই কেন্দ্ৰৰ মধ্যেৰ ৱেখাকে E -বিন্দুতে সম-বিভক্ত কৰ, ও
 E -কে কেন্দ্ৰ কৰিয়া EO -কে ব্যাসার্ধ লইয়া একটি অৰ্ধবৃত্ত অঙ্কিত কৰ।
মনে কৰ, এই অৰ্ধবৃত্ত CF বৃত্তকে M -বিন্দুতে ছেদ কৰিল। OF যোগ কৰ, এবং

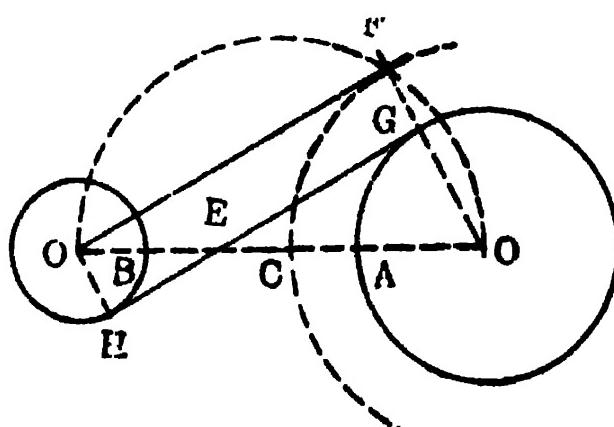
তাহাকে বড় বৃত্তের G-বিন্দু পর্যন্ত বর্ধিত কর। এইবার ডানদিকের ছোট বৃত্তের কেন্দ্র হইতে OG রেখাৰ সমান্তরালে N পর্যন্ত এক চূড়ান্ত টান; এবং G ও N বিন্দুবয় যোগ কৰ। তাহা হইলে কেন্দ্র-রেখা উভয় বৃত্তের সাধাৰণ স্পর্শক হইবে।



চিত্র নং 69

অন্য দিক্ষা সাধাৰণ স্পর্শক অঙ্কন :

মনে কৰ, দুইটি বৃত্ত পাখাপাখি আছে; ইহাদেৱ মধ্য দিয়া সাধাৰণ স্পর্শক অঙ্কিত কৰিতে হইবে।



চিত্র নং 70

কৰিয়া AC-অংশ দাগ দাও, এবং ডানদিকের O-বিন্দুকে কেন্দ্র কৰিয়া OC ব্যাসার্ধ লইয়া, এক বৃত্তখণ্ড অঙ্কিত কৰ। OO'-কে সম-বিখণ্ডিত কৰ, ও সেই বিন্দু হইতে OO'-রেখাৰ উপরে এক অর্ধবৃত্ত OFO অঙ্কিত কৰ। এই অর্ধবৃত্ত CF-বৃত্তকে বেঁচু-বিন্দুতে ছেদ কৰিল, তাহা হইতে বামদিকের O-বিন্দু পর্যন্ত OF-রেখা টোন। ডানদিকের O-এৰ সহিত মুঠ যোগ কৰ; মনে কৰ, উহা বড় বৃত্তকে G-বিন্দুতে ছেদ কৰিল। ডানদিকের O-বিন্দু হইতে OF-এৰ সমান্তরালে বামদিকে OH-রেখা আক, এবং G ও H বিন্দুবয়কে স্পৰ্শ কৰিয়া GH-রেখা টোন। এই GH-রেখাই দুইটি বৃত্তেৰ সাধাৰণ স্পর্শক।

ଅବୟ ପରିଚ୍ଛନ୍ଦ

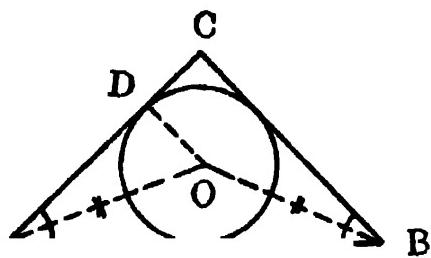
ଖାଜୁ-ରେଖ କେତ୍ରର ଅଭ୍ୟଷ୍ଟରେ ଅନ୍ତର୍ଭୂତ ଅଳ୍ପ

(Exercises in touching Circles in Rectilineal Figures)

କୋଣ ତ୍ରିଭୁଜର ଅଭ୍ୟଷ୍ଟରେ ତାହାର ବାହ୍ୟ ତଳରେ
ସ୍ପର୍ଶ କରିଯା ଅନ୍ତର୍ଭୂତ ଅଳ୍ପ :

ମନେ କର, ABC ସେ-କୋଣ ଏକ ତ୍ରିଭୁଜ ; ଇହାର ଅଭ୍ୟଷ୍ଟରେ ଏମନ ଏକ ବୃତ୍ତ ଅଳ୍ପିତ
କରିତେ ହିଁବେ ଯାହା ଏ ତ୍ରିଭୁଜର ବାହ୍ୟ

ତିନଟିକେ ସ୍ପର୍ଶ କରିଯା ଥାକେ । ପ୍ରଥମେ
ତ୍ରିଭୁଜର ସେ-କୋଣ ଦୁଇଟି କୋଣକେ,
ସେଥା A ଓ B,—ସମ-ଦ୍ୱିଭିତ୍ତ କର, ଓ
ତାହାଦେର ବର୍ଧିତ କରିଯା O-ବିନ୍ଦୁଟେ
ମିଳିତ କର । ଏହିବାବ O-ବିନ୍ଦୁ ହିଁତେ

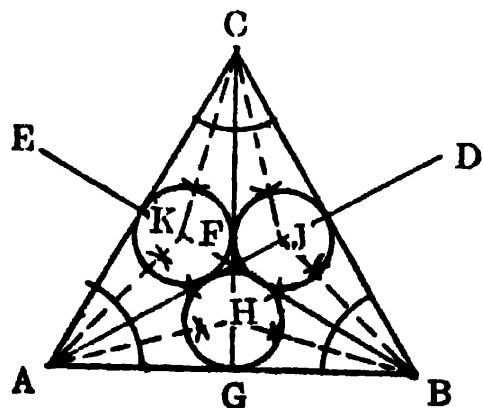


ଚିତ୍ର ନଂ 71

ସେ-କୋଣ ବାହ୍ୟ ଉପର ଏକ ଲକ୍ଷ ପାତିତ କର ； ମନେ କର, AD-ବାହ୍ୟ ଉପର OD-
ଲକ୍ଷ ଅଳ୍ପିତ କର । ଏଥିର ଏକ ବୃତ୍ତ ହିଁବେ, ଏଥିର ବ୍ୟାସାର୍ଧ କରିଯା ଏକ
ବୃତ୍ତ ଅଳ୍ପିତ କର । ଏହି ବୃତ୍ତ ତ୍ରିଭୁଜର ତିନଟି ବାହ୍ୟକେଇ ସ୍ପର୍ଶ କରିଯା ଥାକିବେ ।

କୋଣ ସମବାହ୍ୟ ତ୍ରିଭୁଜର ଅଭ୍ୟଷ୍ଟରେ ତିନଟି ସମାନ-
ଆକାରର ଅନ୍ତର୍ଭୂତ ଅଳ୍ପ :

ମନେ କର, ABC, ଏହି ସମବାହ୍ୟ
ତ୍ରିଭୁଜର ଅଭ୍ୟଷ୍ଟରେ ତିନଟି ସମାନ
ବ୍ୟାସେର ବୃତ୍ତ ଅଳ୍ପିତ କରିତେ ହିଁବେ ।
ସେ-କୋଣ ଦୁଇ କୋଣ, (ସେଥା A ଓ B)-କେ
ସମ-ଦ୍ୱିଭିତ୍ତ କରିଯା AD ଓ BE ରେଖା
ଟାନ । ଏ ଦୁଇ ରେଖା F-ବିନ୍ଦୁଟେ
ପରିପ୍ରକାରକେ ଛେଦ କରିଲ । CF ଯୋଗ
କର, ଓ ତାହାକେ G-ବିନ୍ଦୁ ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ବର୍ଧିତ
କର ； ଇହାତେ AFB, BFC, ଓ CFA,



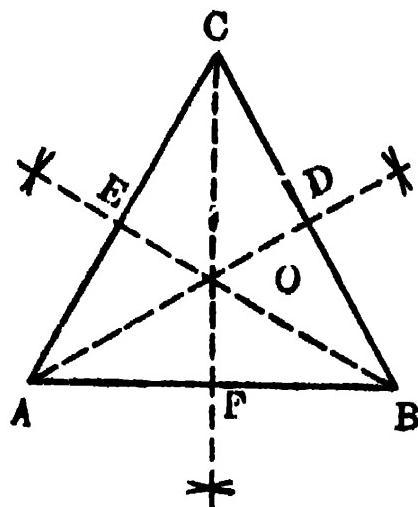
ଚିତ୍ର ନଂ 72

—এই তিনটি ত্রিভুজ হইল। অনন্তর উপরের প্রক্রিয়া অঙ্গসারে প্রত্যেক ত্রিভুজের মধ্য-বিন্দু H, J ও K বাহির কর, ও তথা হইতে যে বাহার নিকটের বাহকে স্পর্শ করিয়া এক-একটি বৃত্ত অঙ্কিত

কর।

(**জ্ঞান্তব্য :** এখানে অস্তৰ্বৃত্তগুলি প্রত্যেকে ত্রিভুজের এক একটি বাহ স্পর্শ করিতেছে।)

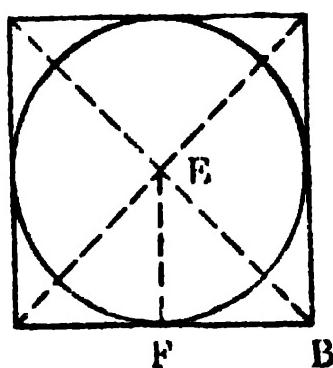
অপর প্রক্রিয়া : প্রত্যেক কোণকে AD,
BE ও ~~CF~~ দ্বারা সম-বিভক্তি কর; মনে কর,
এই রেখাগুলি O-বিন্দুতে পরস্পরকে ছেদ
করিল। তাহা হইলে ইহাতে AFOE, BDOF,
ও CEOI,—এই তিনটি ট্র্যাপিজিয়ম-এর সৃষ্টি
হইল। এইবার চিত্র নং ৭৭-এর প্রক্রিয়া-মত
এক একটি অস্তৰ্বৃত্ত অঙ্কিত কর।



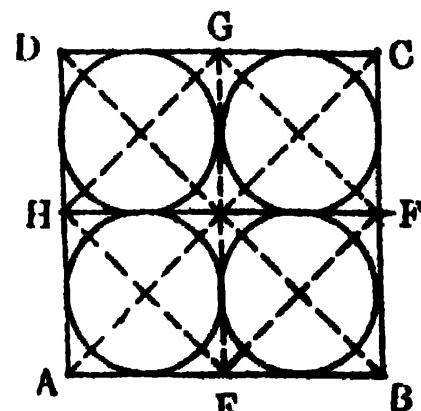
চিত্র নং ৭৩

কোন বর্গক্ষেত্রের অভ্যন্তরে অস্তৰ্বৃত্ত অঙ্কন:

মনে কর ABCD—এই বর্গক্ষেত্রের অভ্যন্তরে অস্তৰ্বৃত্ত অঙ্কিত করিতে হইবে। বর্গক্ষেত্রের কর্ণদ্বয়, AC ও DB, অঙ্কিত কর; উহারা যে E-বিন্দুতে পরস্পরকে ছেদ করিল, তাহা হইতে যে-কোন বাহুর উপরে একটি সম



চিত্র নং ৭৪



চিত্র নং ৭৫

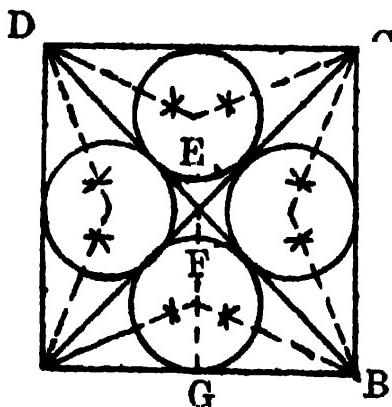
EF পার্শিত কর। অনন্তর E-কে কেন্দ্র ও EF-কে ব্যাসার্ধ লইয়া এক বৃত্ত অঙ্কিত কর। ইহাই সেই অস্তৰ্বৃত্ত।

কোন বর্গক্ষেত্রের অভ্যন্তরে চারিটি সমান
আকারের বৃত্ত অঙ্কন :

মনে কর, ABCD,—এই বর্গক্ষেত্রের অভ্যন্তরে সমান আকারের চারিটি
বৃত্ত অঙ্কিত করিতে হইবে (চিত্র নং 75) ।

(i) প্রত্যেক বাহকে সম-বিভক্ত করিয়া, ও বিপরীত বিন্দুসমূহকে খোগ করিয়া
চারিটি স্থানের বর্গক্ষেত্রের স্থষ্টি কর, এবং উপরের প্রক্রিয়া দ্বারা তাহাদের
প্রত্যেকের অভ্যন্তরে একটি করিয়া বৃত্ত অঙ্কিত কর। এই বৃত্তগুলি প্রত্যেক
দুইটি বৃত্ত ও দুইটি বাহকে স্পর্শ করিবে ।

(ii) ABCD, এই বর্গক্ষেত্রের দুই বিপরীত কোণ হইতে দুইটি কর্ণ টান ।



চিত্র নং 76

ইহার পরম্পরাকে E-বিন্দুতে ছেদ করিবে ।

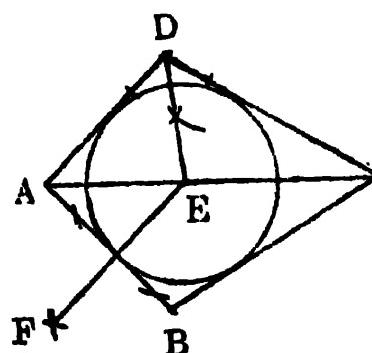
এইবাব এক একটি কোণকে সম-বিভক্ত
করিয়া, (যেমন AF), E-বিন্দু হইতে
বর্গক্ষেত্রের বাহুগুলির উপরে, (যেমন EG)
এক একটি লম্ব পাতিত কর। ঐ লম্ব যে
বিন্দুতে AF-রেখাকে ছেদ করিল, তাহাকে
কেজু করিয়া, ও তথা হইতে G-পর্যন্ত

দ্রব্যকে ব্যাসার্ধ লইয়া, বৃত্ত অঙ্কিত কর ।

এইভাবে অন্য তিনটি ত্রিভুজ BEC, CED, ও DEA-র মধ্যে বৃত্ত আক।
এই বৃত্তগুলি প্রত্যেকে দুইটি বৃত্ত ও একটি বাহকে স্পর্শ করিবে ।

কোন ট্র্যাপিজিয়ন (Trapezium)*-এর অভ্যন্তরে অস্তর্ভুক্ত
অঙ্কন :

মনে কর, ABCD—কোন ট্র্যাপিজিয়ন ;
ইহার মধ্যে এক অস্তবৃত্ত অঙ্কিত করিতে
হইবে। ক্ষেত্রটির দুই বিপরীত কোণকে
স্পর্শ করিয়া কর্ণ (AC) অঙ্কিত কর ।
অবশিষ্ট দুই কোণের যে-কোন একটিকে,



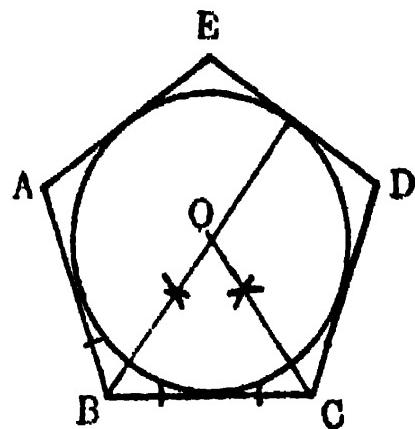
চিত্র নং 77

* যদি কোন 'ট্র্যাপিজিয়ন'-এর দুই বাহ সমান থাকে, তবে তাহাকে 'ট্র্যাপিডিম' বলে ।

(ସେମ ADC-କୋଣକେ), ସମ-ଦିଭାଗେ ଭାଗ କର, ଓ ଏ ରେଖାକେ କର୍ଣ୍ଣ ପରିଷ୍ଠ ବଧିତ କର ; ମନେ କର, ଉହା E-ବିନ୍ଦୁଟେ କର୍ଣ୍ଣକେ ସ୍ପର୍ଶ କରିଲ ; ଏହି E-ବିନ୍ଦୁଟି ଅନୁରୂପରେ କେନ୍ଦ୍ର ହିଲେ ! ଏଥିନ E-ବିନ୍ଦୁ ହିଲେ ଯେ-କୋଣ ବାହୀ, (ସେମ AB-ବାହୀ)-ର, ଉପରେ EF ଲକ୍ଷ ପାତିତ କର . ଏହି EF-ରେଖା ଯେ ବିନ୍ଦୁଟେ AB-ବାହୀକେ ଛେଦ କରିଲେଛେ, ତାହାକେ ବ୍ୟାସାଧ୍ୟ କରିଯା ଏକ ବୃତ୍ତ ଅଳିତ କର . ଉହାଇ କ୍ଷେତ୍ରଟିର ଅନୁରୂପ ।

ଶୁଭମ ପଞ୍ଚଭୂଜ (Regular Pentagon)-ଏର ଅଭ୍ୟଞ୍ଜନେ ଅନୁରୂପ ଅଳନ :

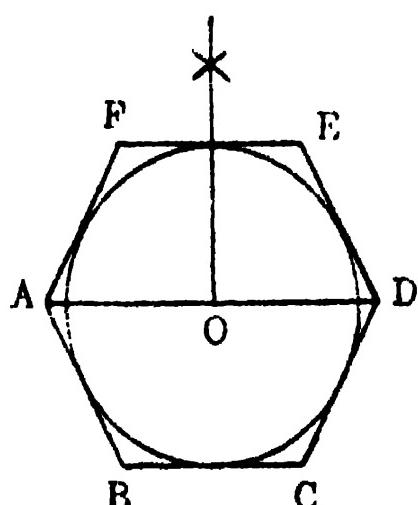
ମନେ କର, ABCDE—ଏକଟି ଶୁଭମ ପଞ୍ଚଭୂଜ ; ଇହାର ଅଭ୍ୟଞ୍ଜନେ ଏକ ଅନୁରୂପ ଅଳିତ କରିଲେ ହିଲେ . ପଞ୍ଚଭୂଜର ଯେ-କୋଣ ଦୁଇଟି କୋଣକେ ସମ-ଦିଭାଗିତ କର . ଯେ ରେଖା ଦୁଇଟିର ଦ୍ୱାରା କୋଣ ଦୁଇଟି ଦିଖାଗିତ ହିଲ, ତାହାରେ ବଧିତ କରିଲେ ଯେ ବିନ୍ଦୁଟେ ମିଳିତ ହିଲେ, ତାହାଇ ଉହାର ଅନୁରୂପରେ କେନ୍ଦ୍ର (O) । ଏହି O-ବିନ୍ଦୁ ହିଲେ ଯେ-କୋଣ ବାହୀର ଉପରେ ଲକ୍ଷ ପାତିତ କର, ଏବଂ ତାହାକେ ବ୍ୟାସାଧ୍ୟ ଲାଇୟା ବୃତ୍ତ ଅଳନ କର ।



ଚିତ୍ର ନଂ ୭୮

ଶୁଭମ ସତ୍ତଭୂଜ (Regular Hexagon)-ଏର ଅଭ୍ୟଞ୍ଜନେ ଅନୁରୂପ ଅଳନ :

ଶୁଭମ ସତ୍ତଭୂଜ ABCDEF ଅଳିତ କରିଯା, ଯେ-କୋଣ ଦୁଇ ବିପରୀତ କୋଣେର ମଧ୍ୟ କର୍ଣ୍ଣ (AD) ଟାନ ; ଉହାକେ ସମ-ଦିଭାଗେ ଭାଗ କର ; ମନେ କର, ଏ ବିନ୍ଦୁ 'O' । O-ବିନ୍ଦୁ ହିଲେ ଯେ-କୋଣ ବାହୀର ଉପରେ ଲକ୍ଷ ପାତିତ କର, ଓ ଉହାକେ ବ୍ୟାସାଧ୍ୟ ଲାଇୟା ବୃତ୍ତ ଅଳନ କର ।



ଚିତ୍ର ନଂ ୭୯

ମୁଖ୍ୟ ପରିଚେତ୍

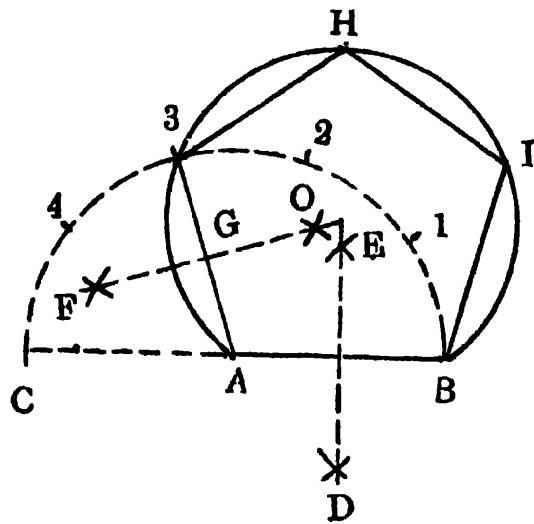
ସରଳ ରେଖାର ଉପରେ ସୁଷମ ପଞ୍ଚଭୂଜ

(Construction of Regular Polygons on Straight Lines)

ସୁଷମ ପଞ୍ଚଭୂଜ ଅନୁକଳ (ଏହି ପରିଚେତ୍ ଅନୁମାନେ ସେ-କୋଣ ସୁଷମ ବହୁଭୂଜ ଅନ୍ତିତ କରା ଯାଏ) ।

ମନେ କର, AB—ସରଳ ରେଖାର ଉପରେ ଏକ ପଞ୍ଚଭୂଜ ଅନ୍ତିତ କରିଲେ ହିଁବେ । A-କେ କେନ୍ଦ୍ର କରିଯା ଓ AB-କେ ବ୍ୟାସାଧ୍ୟ ଲାଇଯା ଏକ ଅର୍ଧବୃତ୍ତ ବିନ୍ଦୁ ଅନ୍ତିତ କର । ଡିଭାଇଡାରେ ସାହାର୍ୟେ ଏହି ଅର୍ଧବୃତ୍ତକେ ସମାନ ପାଚଭାଗେ ଭାଗ କର ; ମନେ କର, ଐଶ୍ଵରୀ, ଯଥାକ୍ରମେ 1, 2, 3, ଓ 4-ଦାରୀ ଚିହ୍ନିତ କରା ହିଁଲ । ଏହିବାର A ହିଁତେ 3 ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ଏକ ରେଖା ଟାନ । ଇହା ଐ ପଞ୍ଚଭୂଜେର ଏକଟି ବାହୁ ହିଁବେ । ଏଥିନ AB ଓ A3 ରେଖାଦୟକେ DE ବା FG ରେଖାଦାରୀ ସମ-ବିଧିଗ୍ରହିତ କର, ଓ ଐ ଦୁଇଟି ରେଖାକେ ସର୍ବଧିତ କର ଯାହାତେ ଉହାରା O-ବିନ୍ଦୁଟେ ମିଳିତ ହୁଁ । ଏହିବାର O-କେ କେନ୍ଦ୍ର କରିଯା, ଏବଂ OA କିମ୍ବା O3-କେ ବ୍ୟାସାଧ୍ୟ ଲାଇଯା, ଏକ ବୃତ୍ତ ଅନ୍ତିତ କର, ଏବଂ ଉହାକେ AB-ବାହୁର ସମାନ କରିଯା 3-H, H-I ଏବଂ I-B-ତେ ଭାଗ କର ; ଐ ବିନ୍ଦୁଶତି (ଅର୍ଥାତ୍ 3, H, I ଓ B) ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ଏକ ଏକଟି ରେଖା ଟାନିଲେ ଉହାରା ସୁଷମ ପଞ୍ଚଭୂଜେର ଅପର ତିନଟି ବାହୁ ହିଁବେ ।

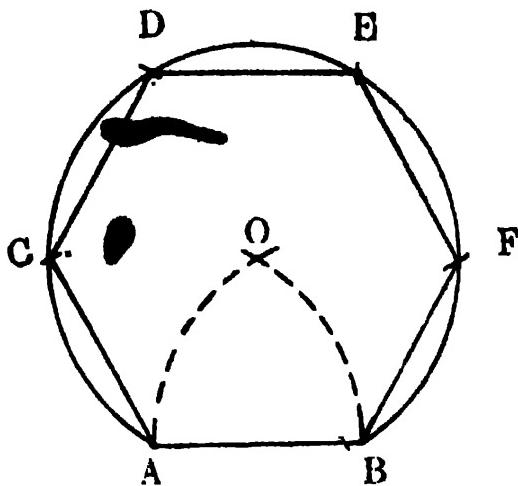
[ଜ୍ଞାନ୍ୟ : ମନେ ଯାଦିତେ ହିଁବେ ଯେ, A-ବିନ୍ଦୁକେ କେନ୍ଦ୍ର କରିଯା ଅନ୍ତିତ ଯେ ଅର୍ଧବୃତ୍ତକେ ସମାନ ପାଚଭାଗେ ଭାଗ କରା ହିଁଲାଛି, ସର୍ବସମୟେ C ହିଁତେ ପ୍ରଥମ ଭାଗେର ବିନ୍ଦୁ 4-କେ ଛାଡ଼ିଯା ଦିଯା, ବିତୀଯ ବିନ୍ଦୁ 3-ର ସମେ A-3 ରେଖା ଟାନିଯା ସୁଷମ ପଞ୍ଚଭୂଜେର ଦିତୀୟ ବାହୁ ଅନ୍ତିତ କରିଲେ ହିଁବେ ; ଅର୍ଥାତ୍ ଅର୍ଧବୃତ୍ତକେ ଯତ



ଚିତ୍ର ନଂ 80

ଭାଗେଇ ଭାଗ କରା ହେଲା, ସର୍ବମଧ୍ୟେ ବାମଦିକ ହିତୀଯ ବିନ୍ଦୁର ମଧ୍ୟe A-ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ
ରେଖା ଟାନିଲେ, ବହୁତ୍କୁଣ୍ଡର ହିତୀଯ ବାହ୍ୟ ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ଥାଇବେ ।]

ଶୁଷ୍ମ ବହୁତ୍କୁଣ୍ଡ ଅଙ୍କଳ୍ୟ (ମହା ପ୍ରକିଳ୍ପ) :

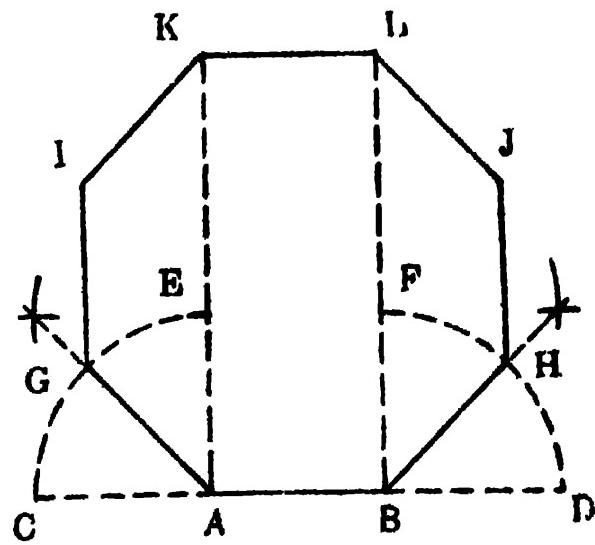


ଚିତ୍ର ନଂ ୪୧

ଦୂରତ୍ବ ଲାଇୟା, ତାହାର ପରିଧିକେ C, D, E, ଓ F,—ଅନ୍ତର୍ଭାଗେ ଭାଗ କର ।
ଏହିବାର A ହିତେ C, C ହିତେ I,—ଏହିଭାବେ ପାଚଟି ରେଖା ଟାନିଲେ ଏକ
ଶୁଷ୍ମ ବହୁତ୍କୁଣ୍ଡ ଅଣ୍ଟିତ ହିଇବେ ।

ଶୁଷ୍ମ ଅଣ୍ଟକୁଣ୍ଡ ଅଙ୍କଳ୍ୟ :

ମନେ କର, AB-ରେଖାର ଉପରେ ଶୁଷ୍ମ ଅଣ୍ଟକୁଣ୍ଡ ଅଣ୍ଟିତ କରିବେ । AB-କେ
ଉତ୍ତର ଦିକେ ବଧିତ କର, ଓ
AC ଏବଂ BD ଉତ୍ତରକେଇ
AB-ର ସମାନ କର । A ଓ
B-କେ କେନ୍ଦ୍ର କରିଯା, ଏବଂ
AC ଓ BD-କେ ବ୍ୟାସାଧ୍ୟ
କରିଯା । CE ଓ DF ଏହି ଦୁଇ
ବୃତ୍ତ-ପାଦ (quadrants)
ତ କର । ଇହାର ଦ୍ୱାରା
ସେ ଦୁଇଟି ସମକୋଣ CAE ଓ
DBF-ଏର ଉପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ହଇଲ,
ଏହିରେ କିମ୍ବା ଏହିରେ



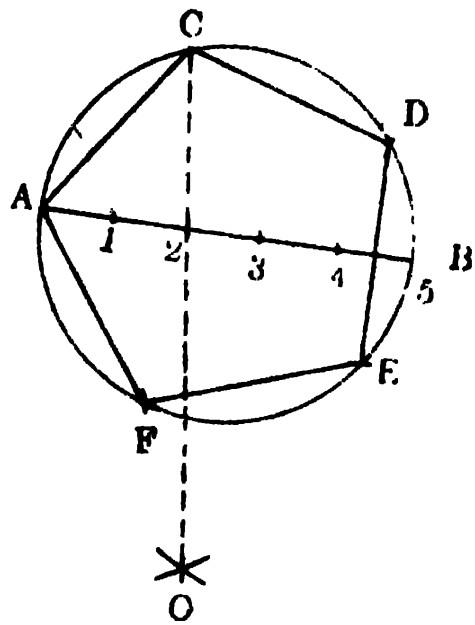
ଚିତ୍ର ନଂ ୪୨

তাৰাদেৱ সম-ধিখণ্ড কৰ ; এবং ধিখণ্ডকাৰী রেখা দুইটি AG ও BH-এৰ
প্রত্যেকটিকে AB-ৰ সমান কৰ । এইবাবে G, A, B ও H বিন্দু হইতে উৰ্ধ্বাধঃ
(vertical) রেখা টান, এবং GI এবং HJ-এৰ প্রত্যেককে AB-ৰ সমান কৰ ।
সৰিশেষে I হইতে BH-ৰ সমাঞ্চলালে, এবং J হইতে AG-ৰ সমাঞ্চলালে, দুইটি
রেখা টানিয়া, তাৰাদিগকেও AB-ৰ সমান কৰ, এবং শেষেৱ দুইটি বিন্দু K
L-কে, (যাহা A ও B হইতে উজ্জ্বলিত উৰ্ধ্বাধঃ রেখা দুইটিকে ~~ছেদ~~ কৰিয়
উৎপন্ন হইয়াছে), KL,—এই অনুভূমিক রেখাৰ দ্বাৱা। সংযুক্ত কৰ । ~~কৰিয়~~
AGIKLJHB,—এক স্থৰ্য অষ্টভূজ ক্ষেত্ৰ হইবে ।

একান্তর পরিচ্ছন্ন বৃত্তের অভ্যন্তরে ষে-কোন সূষ্ম পঞ্চভুজ অঙ্কন

(Inscription of any Regular Polygon in Circle)

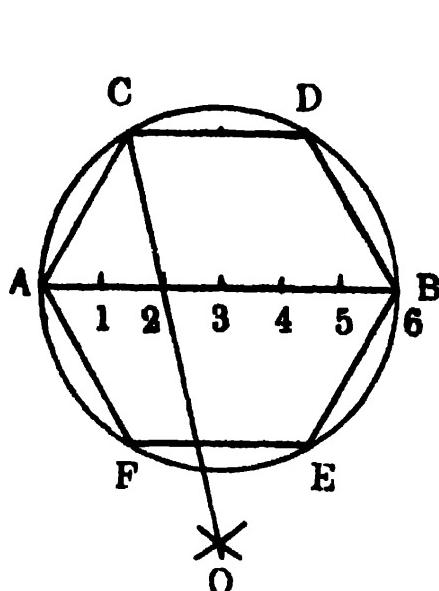
মনে কর, কোন বৃত্তের অভ্যন্তরে একটি সূষ্ম পঞ্চভুজ অঙ্কিত করিতে হইবে। এটি বৃত্তের ব্যাস AB। পঞ্চভুজ অঙ্কিত হইবে বলিয়া, ব্যাসকে পাঁচ সমান-ভাগে ভাগ কর (বহুভুজের বাহুর সংখ্যা ষত, এই ব্যাসকে তত সমান-ভাগ ভাগ করিতে হয়)। এখন, একবার A-কে কেন্দ্র করিয়া, ও আর



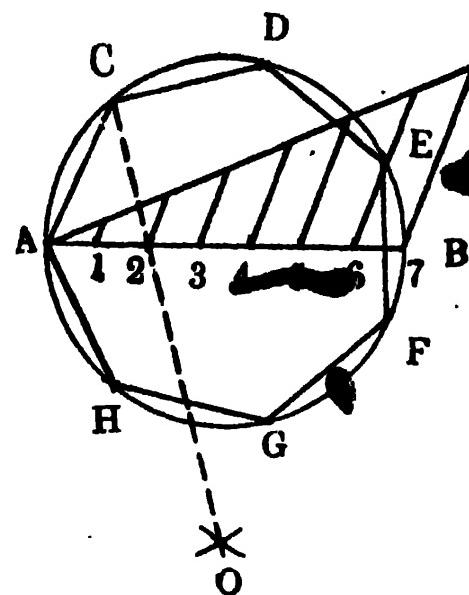
চিত্র নং 83

একবার B-কে কেন্দ্র করিয়া, ব্যাস অপেক্ষা বড় ষে-কোন সূষ্ম লইয়া দুই চাপ অঙ্কিত কর ; মনে কর, উহারা পরস্পরকে O-বিন্দুতে ছেদ করিল। O-বিন্দু হইতে ব্যাসের “২”-চিহ্ন দ্বাইয়া বৃত্তের উপর দিক পর্যন্ত এক বেগ টান। মনে কর, উহা বৃত্তকে C-বিন্দুতে স্পর্শ করিল। AC-বেগ টান। ইহা পঞ্চভুজের একটি বাহু। এইবার ডিভাইডারের সাহায্যে AC-র স্বত্ত্ব গ্রহণ করিয়া, বৃত্তের পরিধির উপর দিয়া ঘুরাইয়া, C, D, E, ও F চিহ্ন দাও, এবং CD, DE, EF ও FA বাহুগুলি আঁক।

এইভাবে সূৰ্য ঘড়িজ ও সূৰ্য সপ্তভুজ অক্ষনৰ পদ্ধতিও দেখান' হইয়াছে :—



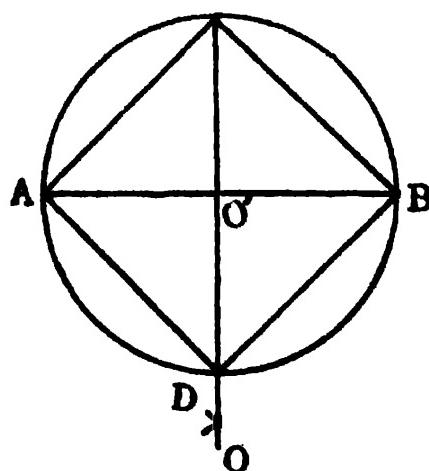
ঘড়িজ ক্ষেত্ৰ
চিত্ৰ নং ৮৪



সপ্তভুজ ক্ষেত্ৰ
চিত্ৰ নং ৮৫

বৃত্তেৱ অভ্যন্তৰে সুষম চতুর্ভুজ বা চতুৰ্কোণ
ক্ষেত্ৰ অক্ষন :—

মনে কৰ, বৃত্তেৱ ব্যাস AB, এবং O'-উহাৰ কেন্দ্ৰ। AB-কে CD-ৰেখা দ্বাৰা
সম-ধিভাগে ও সমকোণে ভাগ কৰ ; এইবাবে, কেন্দ্ৰ স্পৰ্শ কৰিয়া DC-ৰেখা টান ;



চিত্ৰ নং ৮৬

এ রেখা বৃত্তকে C ও D-বিন্দুতে স্পৰ্শ কৰিয়ে । A, C, B ও D ঘোগ কৰ ।

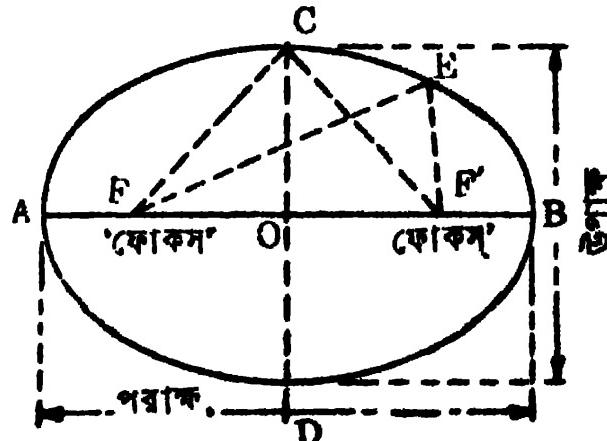
ପ୍ରାଚୀନ ପରିଚୟ

ଉପବୃତ୍ତ, ବୁଲେର ଇନ୍‌ଭୋଲିଉଟ, ଓ ଅଧିବୃତ୍ତ

(Ellipse, Inverse of a Circle, and Parabola)

ଉପବୃତ୍ତ କି :

କୋଣ ଏକଟି ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ବିନ୍ଦୁକେ କେନ୍ଦ୍ର କରିଯା ଓ ତାହା ହିତେ ଦୂରସ୍ଥ ମର୍ଦ୍ଦମଧ୍ୟେ ଅପରିବର୍ତ୍ତିତ ରାଖିଯା କୋଣ ଏକ ବିନ୍ଦୁକେ ସଞ୍ଚାରିତ କରିଲେ ସେଇ ବିନ୍ଦୁ ଯେ ପଥେ ଭରଗ କରେ, ସେଇ “ସଞ୍ଚାର-ପଥ” (locus)-ଏର ନାମ ବୃତ୍ତ (circle) ; ଆର କୋଣ ଦୁଇଟି ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ବିନ୍ଦୁ ହିତେ, ଡ୍ରାଫ୍ଟେର ସମ୍ବେଳ ଦୂରସ୍ଥ ମର୍ଦ୍ଦମଧ୍ୟେ ସମାନ ରାଖିଯା, କୋଣ ଏକ ବିନ୍ଦୁକେ ସଞ୍ଚାରିତ କରିଲେ ସେଇ ବିନ୍ଦୁ ଯେ ପଥେ ଭରଗ କରେ ସେଇ “ସଞ୍ଚାର-ପଥ” (locus)-ଏର ନାମ ଉପବୃତ୍ତ (Ellipse) । ବୁଲେର କ୍ଷେତ୍ରେ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ବିନ୍ଦୁକେ “କେନ୍ଦ୍ର” (centre), ଓ ତାହା ହିତେ ସଞ୍ଚାରଶୀଳ ବିନ୍ଦୁର ଦୂରସ୍ଥକେ “ବ୍ୟାସାଧ୍ୟ” (radius) ବଲେ, ଆର ଉପବୃତ୍ତେର କ୍ଷେତ୍ରେ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ବିନ୍ଦୁ ଦୁଇଟିକେ “ନାଭି” ବା “ଫୋକସ୍” (focus : ସିବଚନେ foci) ବଲେ । ବୁଲେର କ୍ଷେତ୍ରେ କେନ୍ଦ୍ର ହିତେ ଦୂରସ୍ଥ [ବ୍ୟାସାଧ୍ୟ ବା radius] ଅପରିବର୍ତ୍ତିତ (ଇଂରାଜୀତେ constant ; ବାଂଲା ପରିଭାଷାଯ, ‘କ୍ରମକ’) ଥାକେ, ଆର ଉପବୃତ୍ତେର କ୍ଷେତ୍ରେ ନାଭି ବା “ଫୋକସ୍” ଦୁଇଟି ହିତେ ବିନ୍ଦୁ ପରସ୍ପର ଦୂରସ୍ଥର ସମାନ ଅପରିବର୍ତ୍ତିତ ଥାକେ । ଏହି କ୍ରମ-ଦୈର୍ଘ୍ୟ (constant-length) ଉପବୃତ୍ତେର ପରାମର୍ଶ (major axis)-ଏର ସମାନ ହୁଯା । [ଉପବୃତ୍ତେର ଦୁଇଟି ଅକ୍ଷ, (ଇଂରାଜୀତେ axis), ଥାକେ ; ତାହାରେ ବଡ଼ଟିକେ “ପରାମର୍ଶ” ବା major axis, ଓ ଛୋଟଟିକେ “ଉପାମର୍ଶ” ବା minor axis ବଲେ ।]



ଉପବୃତ୍ତ (ପରିଚୟାତ୍ମକ)

ଚିତ୍ର ନଂ ୪୭

পার্শ্বে যে উপবৃক্তের চিত্র দেওয়া হইয়াছে, তাহাতে প্রদর্শিত F ও F' বিন্দুসমূহ
উভার দুইটি ফোকস্ বা নাভি; AB , প্রধান (major axis); ও CD ,
উপাক (minor axis)।

যদি এমন একটি সঞ্চারণশীল বিন্দু "C" লওয়া হয় যে, চিত্রে প্রদর্শিত FC রেখা
 $F'C$ রেখার সমান, এবং ঐ দুই রেখার সমবেত দৈর্ঘ্য ($FC + F'C$) সর্বসময়ে
অপরিবর্তিত রাখিয়া C -বিন্দুটিকে দক্ষিণে অথবা বামে ধীরে ধারে সরাইতে
থাকা যায়, তবে উহা যে সঞ্চার-পথ—CEBDAC—অঙ্কিত করি— ——
উপবৃক্ত।

ফোকস্ বা নাভি বিজ্ঞাপণ করিবার নিয়ম :

চিত্রে, $AO = OB =$ প্রধান-এর অর্ধেক; মনে কর, উহাদের প্রত্যেককে
"a" বলা গেল;

এবং $CO = OB =$ উপাক-এর অর্ধেক; ইহাদের "b" বলা হইল।

এখন যদি COF , এই সমকোণী ত্রিভুজ গ্রহণ করা যায়,

তবে $(FO)^2 = (FO)^2 + (OC)^2$;

কিন্তু $FC = AO = a$, আর $OC = b$;

$\therefore a^2 = (FO)^2 + b^2$; সূতরাং $(FO)^2 = a^2 - b^2$ ।

অতএব O হইতে F বিন্দুর দূরত্ব $= \sqrt{a^2 - b^2}$ ।

তাহা হইলে বুঝা যাইতেছে যে, যদি প্রধান ও উপাক দেওয়া থাকে, তবে
 O -হইতে নাভির দূরত্ব বাহির করা যায়।

উপার্হণ (1) : মনে কর, কোন উপবৃক্তের প্রধান (major axis) ২'৫ ইঞ্চি
ও উপাক (minor axis) ১'৭৫ ইঞ্চি; উভার মধ্যবিন্দু হইতে দুই ফোকস্-এর
দূরত্ব নির্ণয় কর।

এখানে OA এবং OB , প্রত্যেকে $\frac{2.5}{2} = 1.25$ ইঞ্চি, ($= a$),

এবং OC এবং OD , প্রত্যেকে $\frac{1.75}{2} = 0.875$ ইঞ্চি ($= b$);

$$\begin{aligned}
 \text{অর্থাৎ } (OF)^2 &= (1.25)^2 - (0.875)^2 \\
 &= 1.5625 - 0.7656 \\
 &= 0.7969 \text{ বর্গ ইঞ্চি} ; \\
 OF &= 0.893 \text{ (ইঞ্চি)} .
 \end{aligned}$$

- অতএব যথ্যবিলু হইতে বাম ও দক্ষিণ দিকে 0.893 ইঞ্চি মূল্যে, যথাক্রমে, F ও F' কোকস-বয়ের স্থান হইবে।

উদাহরণ (2) : কোন উপবৃত্তের যথ্য-বিলু হইতে কোকস-এর দূরত্ব 1 ইঞ্চি হইলে উহার পরাক্র ও উপাক্র-এর দৈর্ঘ্য নির্ণয় কর।

মনে কর, পরাক্র (major axis) = $2a$, ও উপাক্র (minor axis) = $2b$;

$$\text{যেহেতু } (OF)^2 = a^2 - b^2,$$

$$\therefore 1^2 = a^2 - b^2 .$$

এখন যদি b -এর ক্রমবর্ধমান কতকগুলি মূল্য ধরা যায়, তবে উপরের সূত্র (formula) অনুসারে a -র কতকগুলি মূল্য পাওয়া যাইবে; ঐগুলি হইতে কতকগুলি উপবৃত্ত অঙ্কিত করা যাইবে।

মনে কর, যেহেতু সূত্র অনুসারে, $1^2 = a^2 - b^2$, তাই নীচের তালিকায় b -এর কতকগুলি মূল্য গ্রহণ করা হইল, ও তাহা হইতে পরাক্র ও উপাক্র-এর উপযুক্ত মূল্য নির্ণয় করা হইল:—

b	0.25	0.3	0.4	0.45	0.5	0.55	0.6	0.65	0.9
b^2	0.0625	0.09	0.16	0.2025	0.25	0.3325	0.36	0.4225	0.49
$1 - b^2$ (= a^2)	0.9375	0.91	0.81	0.7975	0.75	0.6975	0.64	0.5775	0.51
a	0.986	0.954	0.9186	0.8933	0.866	0.835	0.78	0.76	0.71
$2a$ (= পরাক্র)	1.972	1.908	1.833	1.7804	1.732	1.67	1.56	1.53	1.42
$2b$ (= উপাক্র)	0.5	0.6	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.3	1.4

উপরের মূল্য সকলকে অবলম্বন করিয়া উপরুক্ত অঙ্কিত করা যাব। পার্শ্বের

চিত্রে এমনই একটি উপরুক্ত

অঙ্কিত করা হইয়াছে।

ইহাতে পরাক্ষ = $1'73''$

উপাক্ষ = $1''$ ইঞ্চি লওয়া

হইয়াছে। ~~করিয়া~~ করিয়া

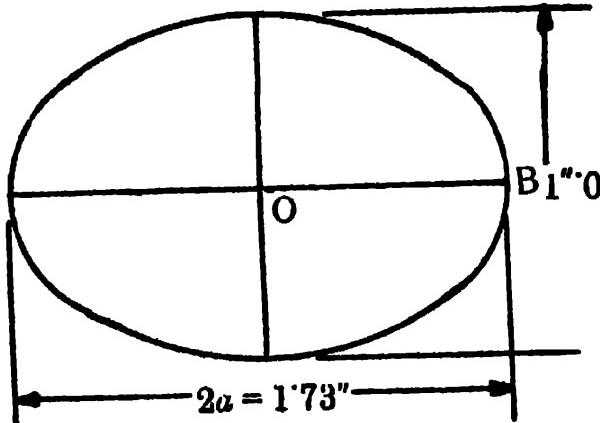
দেখিলে ইহাও বোধগম্য

হইবে যে, দৈর্ঘ্য উপাক্ষ

পরাক্ষের যত কাছ-বরাবর

হইবে, উপরুক্ত ততই

গোলাকার হইবে।



চিত্র নং ৮৮

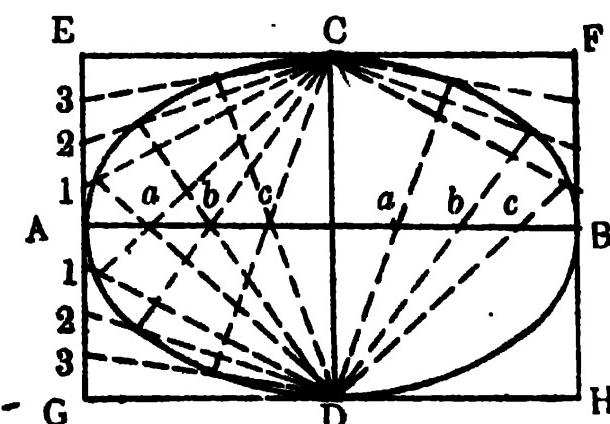
অঙ্কিত করিবার পক্ষে পরাক্ষ ও উপাক্ষ-এর অনুপাত ($\text{অর্থাৎ } \frac{a}{b}$) = $1'4$,
 $1'5$, $1'7$ এইরূপ হইলে, উপরুক্ত দেখিতে সূচী হইয়া থাকে।

উপরুক্ত অঙ্কন করার প্রক্রিয়া

(1) AB-কে পরাক্ষ লইয়া তাহার মধ্যবিন্দু হইতে উহার লম্বভাবে CD উপাক্ষ অঙ্কিত কর। C ও D হইতে AB-র সমান্তরালে EF ও GH
রেখা টান, ও A এবং B
হইতে CD-র সমান্তরালে
EG ও FH, এই দুইটি
রেখা আকিয়া EGHF-কে
একটি আয়তক্ষেত্রে পরিণত
কর।

এইবাবে AE, BF,
AG এবং BH,—প্রত্যেক
অংশকে সমান চার (কিম্বা

অধিক সংখ্যক) ভাগে ভাগ কর। এইগুলিকে, যথাক্রমে, 1, 2, 3, চিহ্ন দিয়া
দেখান হইয়াছে। অন্তর প্রত্যেক অর্ধ-পরাক্ষকেও সমান (যথা a, b, c) ভাগে

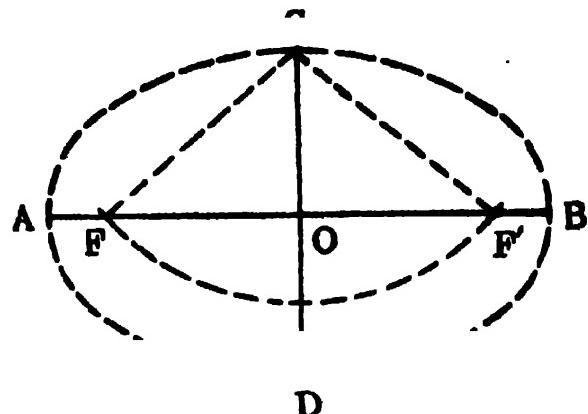


চিত্র নং ৮৯

ভাগ কর। AE এবং BF-এর ১, ২, ৩, চিহ্নিত বিন্দুগুলির সহিত C পর্যন্ত রেখা টান, এবং D বিন্দু হইতে পরাক্ষের উপরে, বামদিকে, a-কে ছুঁইয়া এমন রেখা টান, যাহা C-১ রেখাকে ছেদ করে; সেইরূপ D-বিন্দু হইতে b-কে ছুঁইয়া এমন | টান, যাহা C-২ রেখাকে ছেদ করে, এবং D-বিন্দু হইতে C-কে ছুঁইয়া এমন রেখা টান, যাহা C-৩ রেখাকে ছেদ করে। C, ও এই ছেদবিন্দুগুলি স্পর্শ করিয়া A ~~হইতে~~ C পর্যন্ত রেখা টানিলে, তাহা উপর্যুক্তের এক-চতুর্থাংশ হইবে। তেমনি, C হইতে B পর্যন্ত, D হইতে A, এবং D হইতে B পর্যন্ত, বুবাতে হইবে।

(২) আলপিন ও সূতা দিঙ্গা উপর্যুক্ত অঙ্কন :

মনে কর, AB ও CD, উপর্যুক্তের পরাক্ষ ও উপাক্ষ। AB-কে O-বিন্দুতে দ্বিধা-বিভক্ত কর, এবং OC=OD করিয়া আক। C-কে কেজে করিয়া, এবং OA-কে ব্যাসার্ধ লইয়া, এক চাপ অঙ্কিত করিয়া AB-রেখাকে F, F' বিন্দুস্থরে ছেদ কর। ইহাই উপর্যুক্তের দুইটি ফোকস বা নাভি। এইবাবে তিনটি আলপিন লইয়া F, F' ও C বিন্দু-তিনটিতে শক্ত করিয়া পুতিয়া দাও, আব একগাছি সূতাকে ঐ পিন তিনটির বাহির দিয়া আঁট করিয়া এক পাক ঘূরাইয়া FF'C ত্রিভুজাকৃতি করিয়া, ভাল করিয়া ফাস দাও



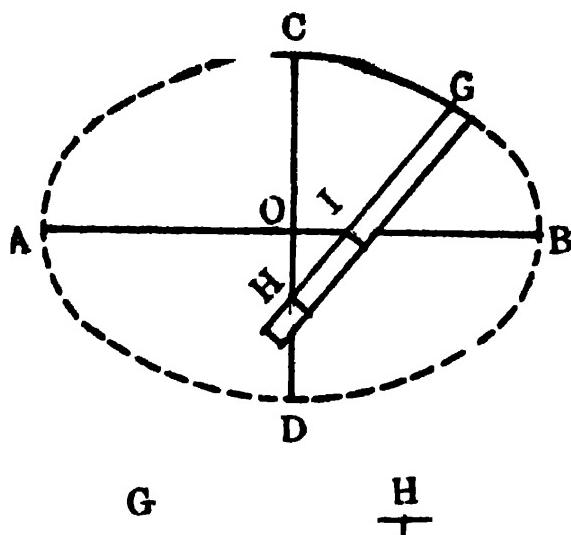
চিত্র নং ৭০

কিন্তু গাঠ বাধ। এখন C-বিন্দুতে বসান' আলপিনটি খুলিয়া লইয়া সেই বিন্দুতে পেঙ্গিলের সৌসের দিকটা চুকাইয়া দাও। এখন যদি পেঙ্গিলকে ঠিক খাড়া ও সূতাকে টান-টান রাখিয়া ধীরে ধীরে উহাকে সরান' বাস, তবে কাগজের উপরে যে সঞ্চার-পথ অঙ্কিত হইবে, তাহাই উপর্যুক্ত।

(৩) কাগজের চিল্ডা দিঙ্গা উপর্যুক্ত অঙ্কন :

প্রথমে AB-কে পরাক্ষের সমান করিয়া আক, ও তাহার মধ্য-বিন্দু O হইতে লম্ব-ভাবে OC=OD=অর্ধেক উপাক্ষ করিয়া আক। এইবাবে একটি সক ও লম্ব কাগজের চিল্ডা (a strip of paper) গ্রহণ কর; উহার একপ্রান্ত হইতে অর্ধ-

পরাক্ষ (OA)-এর সমান করিয়া GH, এবং ঐ প্রাক্ষ হইতেই অর্ধ-উপাক্ষ (OC)-এর



কাগজের ফালি বা চিত্রতা

চিত্র নং ৭১

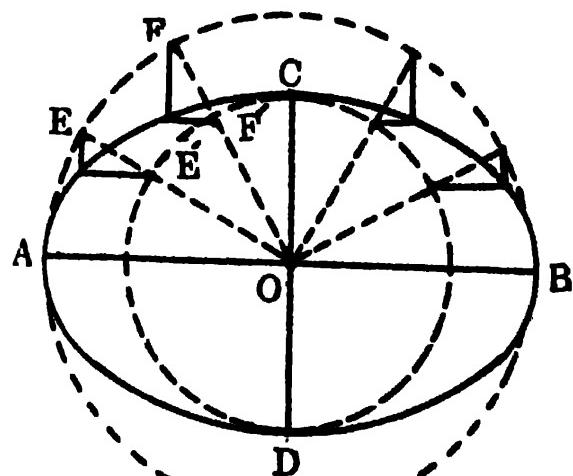
সমান করিয়া GI দাগ দাও।

এখন সর্বসময়েই কাগজের I-বিন্দুকে পরাক্ষের উপরে, এবং H-কে উপাক্ষের উপরে ভিড়াইয়ে রাখিয়া G-কে ~~অবস্থানে~~ অবস্থানে স্থাপন কর, ও সেই সেই স্থানে কাগজের উপরে পেসিল দিয়া একটি করিয়া বিন্দু বসাইয়া দাও।

এই বিন্দুগুলি G-বিন্দুর সঞ্চার-পথ ; এখন ঐ বিন্দু-সমষ্টি ঘোগ করিলে, এক উপরূপ হইবে।

চিত্র হইতে দেখা যাইবে, C হইতে এই কার্ষ আবস্থ করিয়া বতদূর কাগজের ফালি সমান' হইয়াছে, ততদূর পর্যন্ত G-এর সঞ্চার-পথ অবিচ্ছিন্ন-রেখার দ্বারা, এবং অবশিষ্ট পথ ফুটকি ফুটকি রেখার দ্বারা দেখান' হইয়াছে।

(4) AB ও CD, এই দুই রেখা পরাক্ষ ও উপাক্ষ-ভাবে পরম্পরারের লম্বভাবে অক্ষিত কর ; উহাদের মধ্য-ছেদবিন্দু O-কে কেন্দ্র, এবং OA ও OC-কে ব্যাসার্ধ করিয়া, দুই বৃত্ত অক্ষিত কর। এইবার ষে-কোন বৃত্ত লইয়া, তাহার প্রত্যেক পাদ (quadrant)-কে সুবিধামত চার, ছয় অথবা ষে-কোন ভাগে ভাগ কর (ষথা E, F,), ও কেন্দ্র O-এর সঙ্গে ঘোগ কর। ঘনে কর, ঐ রেখা-গুলি ছোট বৃত্তকে ষথাক্ষে E', F', প্রভৃতি বিন্দুতে ছেদ করিল। এখন E, F, প্রভৃতি বিন্দু হইতে এক একটি উর্ধ্বাধঃ রেখা, ও E', F', প্রভৃতি বিন্দু হইতে এক

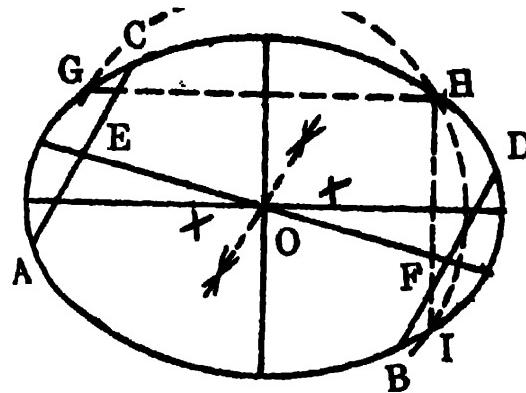


চিত্র নং ৭২

একটি অঙ্কুমিক রেখা টানিয়া পরস্পরকে ছেদ কর, ও সেই সেই ছেদ-বিন্দু স্পর্শ করিয়া রেখা-চিত্র অক্ষিত করিলে এক উপবৃত্ত হইবে।

উপবৃত্ত দেওয়া থাকিলে তাহার পরামর্শ ও উপায় বিশ্লেষণ :

উপবৃত্তের অভ্যন্তরে দুইটি সমান্তরাল জ্যা (parallel chords) AC ও BD
অক্ষিত করা উহা-
দিগের মধ্যবিন্দু E ও F
নির্ণয় করা এই EF-কে
ধ্বনিত করিলে উপ-
বৃত্তের কেন্দ্র 'O' পাওয়া
যাইবে। এইবাবে O-কেন্দ্র
হইতে এমন এক ব্যাসার্ধ
। এক চাপ (arc)

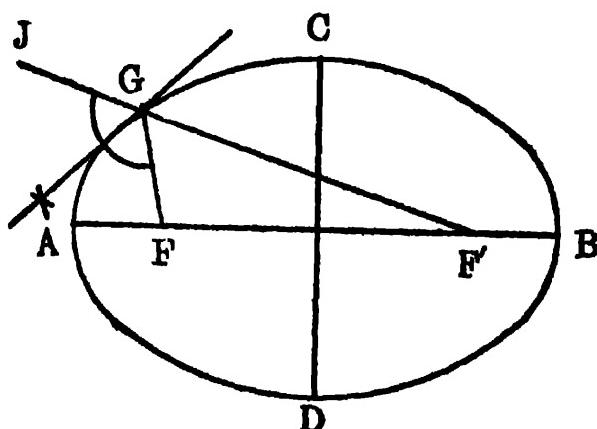


চিত্র নং ৭৩

অক্ষিত করা যাহা উপবৃত্তকে তিন স্থানে ছেদ করে,—যথা G, H ও I। GH ও HI¹ যোগ কর ; ইহাদের ধ্বনিত করিয়া, সেই ছেদ-বিন্দুসমূহের সঙ্গে কেন্দ্র O-কে স্পর্শ করিয়া উপবৃত্ত পর্যন্ত রেখা আকিলে উহার উপায় ও পরামর্শ হইবে।

উপবৃত্তের উপরিস্থিত কোন এক বিন্দুতে স্পর্শক (Tangent) অঙ্কন :

উপবৃত্তের পরামর্শ ও উপায়, এবং ফোকস্ বা নাভি F ম' দেওয়া না থাকিলে,



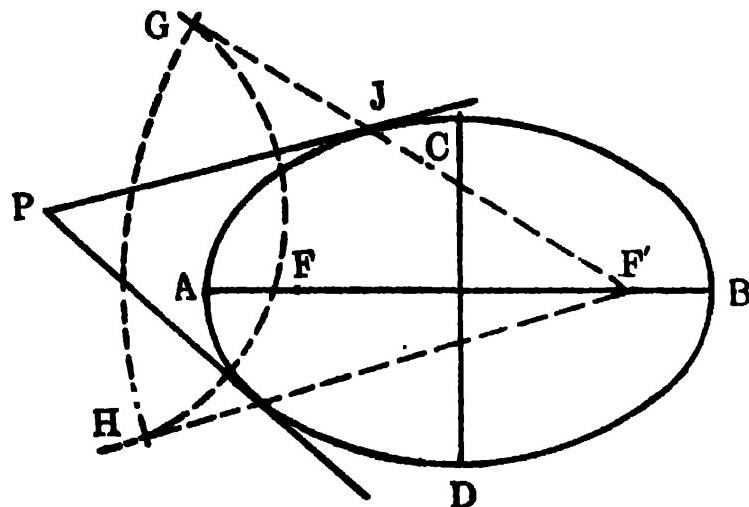
চিত্র নং ৭৪

প্রথমে ঐগুলি বাহির করিয়া
লইতে হইবে। অন্তর বে
বিন্দু G-তে স্পর্শক অক্ষিত
করিতে হইবে, তাহার সহিত
প্রথম নাভি F-এর যোগ কর,
এবং F' হইতে G-কে স্পর্শ
করিয়া F'G-রেখা অক্ষিত
কর, ও উহাকে J পর্যন্ত
বর্ধিত কর। ইহার সারা

যে JGJ' কোণের উপর্যুক্ত হইল, তাহাকে দ্বিগুণিত কর ; এবং যে রেখার ঘারা
কোণ দ্বিগুণিত হইল, সেই রেখাই G -বিন্দুতে উপবৃত্তের স্পর্শক।

উপবৃত্তের বাহিরে অবস্থিত কোণ এক বিন্দু হইতে স্পর্শক (Tangent) অঙ্কন :

মনে কর, উপবৃত্তের বাহিরে অবস্থিত P কোণ এক বিন্দু। উপবৃত্তের পরাক্ষ,
উপাক্ষ এবং নাভিবৃত্ত নির্ণয় কর। এক্ষেত্রে দেখা যাইতেছে, P -বিন্দু হইতে
উপবৃত্তের সঙ্গে দুইটি স্পর্শক অঙ্কিত করা যাইতে পারে। P -কেন্দ্র ও
 PF -কে ব্যাসার্ধ লইয়া এক বৃত্ত-অংশ অঙ্কিত কর। এইবার নাভি F' -কে কেন্দ্র
এবং পরাক্ষ AB -কে ব্যাসার্ধ করিয়া পূর্ব-বৃত্তকে দুই বিন্দুতে ছেদ কর। মনে কর,
ঐ দুইটি বিন্দু G এবং H । $F'G$ ও $F'H$ খোগ কর। এই দুই রেখা যে দুই বিন্দু



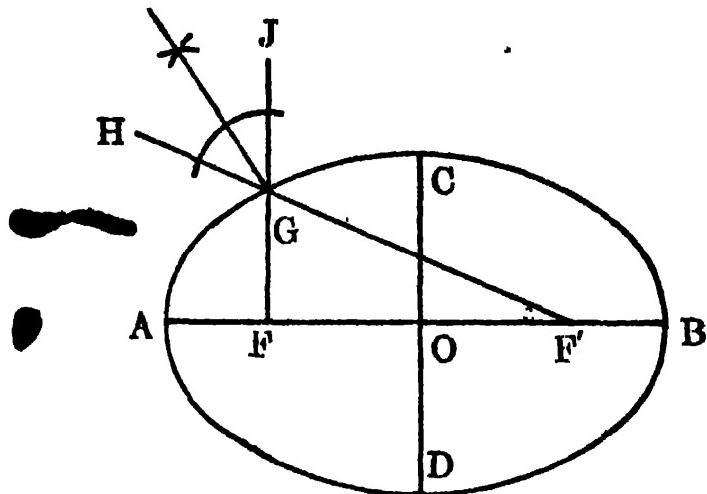
চিত্র নং ১৫

J ও K -তে উপবৃত্তকে ছেদ করিল ("K" দেখান নাই), সেই দুই বিন্দুর সঙ্গে
 P -বিন্দু খোগ করিয়া দুইটি রেখা টানিলে উহারা উপবৃত্তের স্পর্শক হইবে।

উপবৃত্তের উপনির্দিত কোণ এক বিন্দুতে অভিসন্দৰ (Normal) অঙ্কন :

পূর্ব পূর্ব প্রক্রিয়া-মত, পরাক্ষ, উপাক্ষ এবং নাভি বা কোকস্ দেওয়া না
ধাকিলে ঐগুলি নির্ণয় কর। নির্দিষ্ট বিন্দু G -এর সঙ্গে F ও F' খোগ কর,
এবং ঐ দুই রেখাকে বাহিরের দিকে বর্ধিত কর। ইহাতে যে HGJ কোণের

উৎপত্তি হইল, তাহাকে বিধা বিভক্ত কর। যে রেখা এই HGJ কোণকে দুইভাগে ভাগ করিল, তাহাই উপর্যুক্তের অভিলম্ব।



চিত্র নং ৯৬

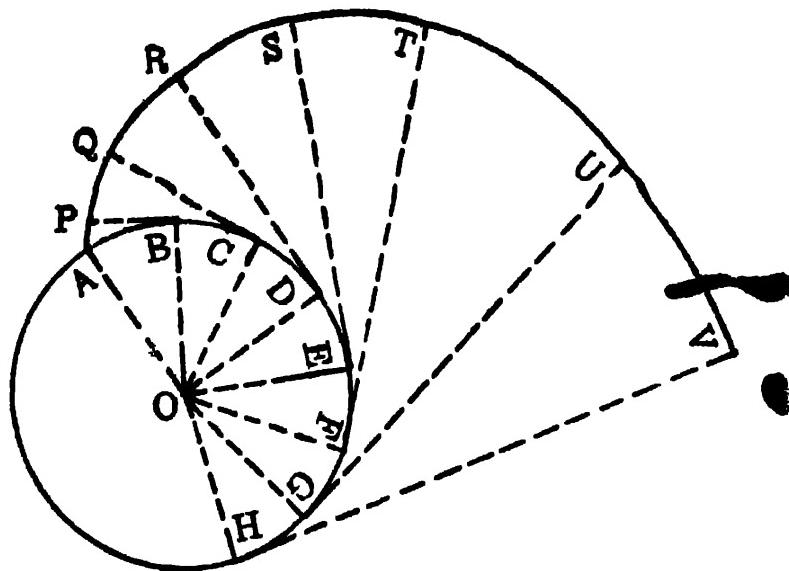
বৃত্তের ইন্ভলিউট (Involute of Circle)

যদি কোন সূতক বাঁচোড় (cylinder)-এর পরিধির উপরে আঠ করিয়া এক পাক সূতা 'জড়ান' থাক, (যেমন সূতায় 'মাঙ্গা' দিয়া নাটাইয়ের উপরে জড়ান' হয়), এবং ঐ সূতার শেষ প্রান্তে টান রাখিয়া চোড়কে এমন ভাবে ঘূরান' থাক যাহাতে ঐ সূতা ধীরে ধীরে খুলিতে থাকে, তবে সূতার শেষ প্রান্ত-বিন্দুর সঞ্চার-পথ (locus)-কে ঐ বৃত্তের 'ইন্ভলিউট' বলে। এই সঞ্চার-পথ-রেখা যান্ত্রিক নক্কাশ (in mechanical drawing) প্রয়োজনে আসে। দাত-গুঁড়ালা চাকা (toothed wheel or gear-wheel) গঠন করিবার নক্কাশ ইহার ব্যবহার সমধিক।

ইন্ভলিউট-রেখার অঙ্কন-প্রণালী :

O-কে কেজে করিয়া স্ববিধামত কোন ব্যাসার্ধ (OA) লইয়া এক বৃত্ত অঙ্কিত কর। বৃত্তের অর্ধ-পরিধিকে, স্ববিধামত কতকগুলি সমান ভাগে ভাগ করিয়া (যথা, B, C, D, E, F, G,), কেজের সঙ্গে যোগ কর, এবং প্রত্যেক বিন্দু B, C, D, প্রভৃতি হইতে একটি করিয়া স্পর্শক (tangent) BP, CQ, প্রভৃতি টান। এইবার BA-অ্যা (chord)-এর সমান দূরত্ব লইয়া B-বিন্দুতে অঙ্কিত স্পর্শকের উপরে BP-র দূরত্ব বসাও; এইরপ, C-বিন্দুতে অঙ্কিত স্পর্শকের উপরে BA-অ্যা'র দিগ্নে দূরত্ব ($= 2 \text{ BA}$) = CQ; D-বিন্দুতে অঙ্কিত স্পর্শকের উপরে

BA-ଅକ୍ଷାର ତିନଶ୍ଚ ଦୂରସ୍ଥ (= 3BA) = RD ;—ଏହିଭାବେ ES, FT, GU, ... ଅଭ୍ୟତି

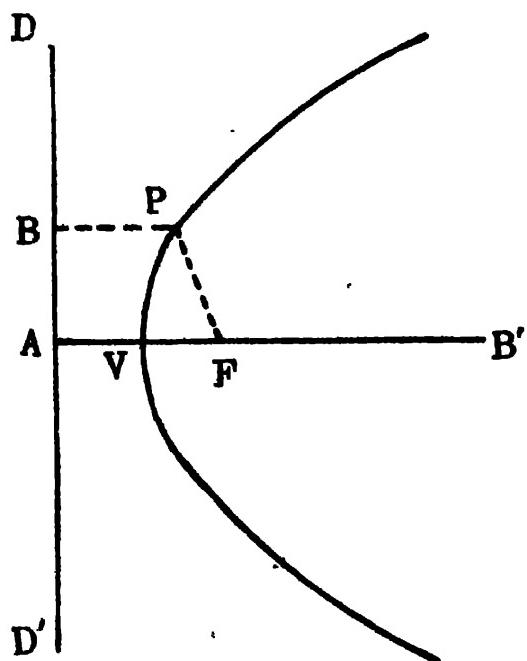


ପିଲା ୨୮

ବସାଇୟା ଯାଉ । ଅନେକର A, P, Q, R, S, T, U, V...ବିନ୍ଦୁଗୁଡ଼ି ଏକ ଅବିଚ୍ଛିନ୍ନ ବେଳୋର ଦାରା ସୋଗ କରିଲେ ‘ଇନ୍ଡୋଲିଉଟ’-ବେଳା ହିବେ ।

অধিবৃক্ত (Parabola) অক্ষটন্ত্র প্রক্রিয়া:

নিম্নের চিত্রে, AB' -রেখাকে অধিবৃত্তের অক্ষরেখা (axis), কিন্তু ভূজ



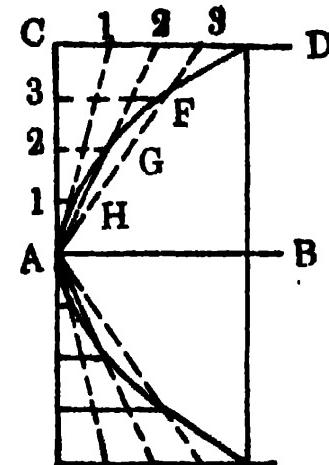
छिंक 98

(abscissa)-ও বলে। DAD'-রেখার নাম নিয়ামক (directrix), এবং F উহার নাভি বা কোকস্য (focus)। যদি AP-কে সম-বিখণ্ডিত করা যায়, তবে যে বিন্দু 'V' পাওয়া যাইবে, তাহাই অধিবৃত্তের শীর্ষ (vertex)। যদি কোন বিন্দু (P)-র সঞ্চার-পথ এমন হয় যে, নাভি (F) হইতে তাহার দূরত্ব (ধৰ্ম FP), সব সময়ে নিয়ামক (directrix) হইতে P-বিন্দুর দূরত্বের সমান হয়, তবে সে বিন্দু অধিবৃত্ত-রেখার সঞ্চারিত হয়। অধিবৃত্ত-রেখার উপরে

কোন এক বিন্দু হইতে ভূজ (abscissa) পর্যন্ত অক্ষিত উর্ধ্বাধঃ রেখার নাম ‘কোণ’ (ordinate) ; [BP-কে সব সময়ে PZ-এর সমান হইতে হয়] ।

ভূজ ও কোণ দ্বারা আকিলে তাহা অধিবৃত্ত অঙ্কন :

গুলি ভূজ AB অক্ষিত কর । A হইতে C, ও B হইতে D উর্ধ্বাধঃ-
রেখা অধিবৃত্তের কোণ-রূপে অক্ষিত কর । CD
যোগ কর । এইবাবে AC-কে যে-কোন সমান ভাগে
ভাগ কর, এবং CD-কেও তত সমান ভাগে
ভাগ কর, এবং A-বিন্দুর সঙ্গে CD-র 1, 2, 3-বিন্দু
গুলি যোগ কর । এইবাবে নিয়ামক AC-র 3-বিন্দু
হইতে AB-র সমান্তরালে রেখা টানিয়া A-3-রেখাকে
F-বিন্দুতে ছেদ কর । ঐরূপ নিয়ামকের 2-হইতে
AB-র সমান্তরালে রেখা টানিয়া A-2 রেখাকে
G-বিন্দুতে ছেদ কর ; এবং এইভাবে অগুলিগুলি
ছেদ-বিন্দু নির্ণয় কর ; এবং ঐ বিন্দুগুলিকে যোগ কর । AB-র নীচের দিকেও
অনুরূপ রেখাচিত্র অক্ষিত করা হয় ।

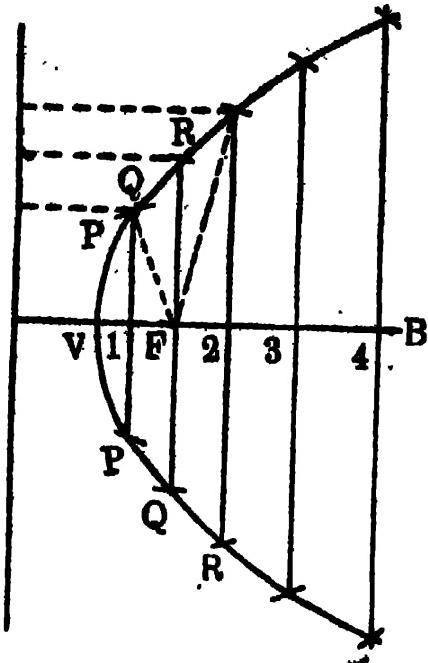


চিত্র নং ৭৭

নাভি (Focus) ও নিয়ামক (Directrix) দ্বারা আকিলে তাহা হইতে অধিবৃত্ত অঙ্কন :

মনে কর, F-বিন্দু অধিবৃত্তের নাভি (focus) (চিত্র নং 100), ও বর্ধিত
DA-রেখা উহার নিয়ামক (directrix) । F হইতে নিয়ামক রেখার উপরে
A-বিন্দুতে এক লম্ব পাত কর, ও AF রেখাকে B-তে বর্ধিত কর ; ইহা ভূজ-রেখা ।
AF-রেখাকে সম-বিখণ্ডিত করিলে অধিবৃত্তের শীর্ষ (vertex) পাওয়া যায় । অতএব
AF-কে সমান ছইভাগে ভাগ করিয়া শীর্ষ (V) পাওয়া গেল । এইবাবে ভূজ-রেখা
AB-র উপরে কতকগুলি বিন্দু (1, 2, 3, 4,) গ্রহণ কর, এবং ঐ সকল বিন্দু হইতে

উভয়দিকে সম সকল উভোগ্রন এবং পাতিত কর। অধিবৃত্তের নিয়ম অনুসারে



[জষ্ঠব্য] : দেখন নীচের দিকে আছে, তেমনি চিত্রের উপরদিকের "R", ১-হইতে উভোগ্রন সদৰের উপরে বসিবে ; এবং "Q", F-হইতে উভোগ্রন সদৰের উপরে থাইবে।]

$$PF = A1 ; QF = AF ; RF = A2.$$

চিত্র নং 100

R, R-বিন্দুতে ছেদ কর ; ইত্যাদি। ঐ সকল ছেদ-বি

রখাচ্ছি অক্ষিত কর।

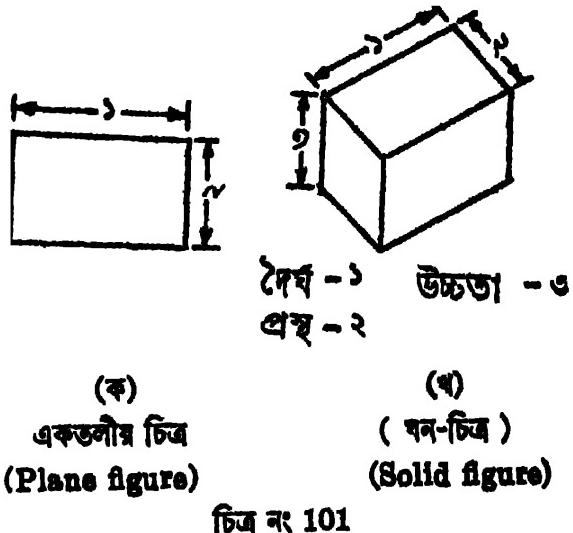
A-বিন্দু হইতে 1, F, 2, 3, প্রত্যাতিম দূরত্ব, বর্ধাক্ষে, F-বিন্দু হইতে,—1, F, 2, প্রত্যাতিম উপরে বে-সব সম উভোগ্রন করা হইবাছে, তাহাদের ছেদবিন্দুর সমান হ্য F-কে কেন্দ্র করিয়া, A-1 ব্যাসার্ধ লইয়া, 1-এর উপরে উভোগ্রন কোটি (ordinate)-কে P, P-বিন্দুতে ছেদ কর ; ইহারা অধিবৃত্তের উপর ও নীচের দিকের দুইটি বিন্দু। সেইরূপ, F-কে কেন্দ্র করিয়া, A-F ব্যাসার্ধ লইয়া, F-এর উপরে উভোগ্রন কোটিকে Q, Q-বিন্দুতে ছেদ কর (পার্শ্বের "জষ্ঠব্য" দেখ)। তেমনই আবার, F-কে কেন্দ্র করিয়া, A-2 কে ব্যাসার্ধ লইয়া, 2-এর উপরে উভোগ্রন কোটিকে

অঙ্গোদ্ধম প্রক্লিটচুল্ম

প্রক্ষেপ (Projection)

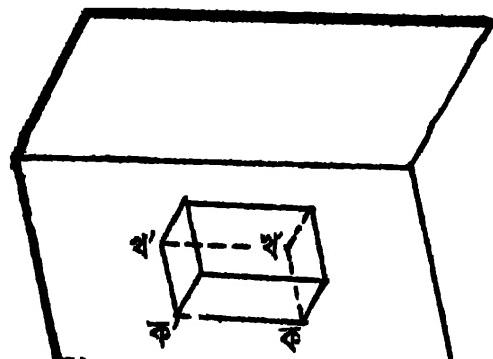
বে সকল বস্তুর কেবল দৈর্ঘ্য ও প্রস্থ থাকে,—যেমন খুব পাতলা একটুকুবা কাগজ,—তাহার নাম একটিমাত্র চিত্র দ্বারা সম্পূর্ণ হয়; এই নামাকে ইংরাজীতে plane figure বলে, (বাংলায় “একতলীয়” চিত্র বলিতে পারা যায়); [101 (ক) নং চিত্র]। এমন হলে ইহার পরিমাপ (dimensions ; বর্তা, দৈর্ঘ্য ও প্রস্থ) বর্ণাযথ ভাবে
(actual size, বা to scale)
একই নামায় দেওয়া সম্ভব ; আর
যদি কোন “ঘন-বস্তু” (solid
figure)-কে একটিমাত্র চিত্রে
অঙ্গিত করার প্রয়াস করা যায়,
তবে তাহাকে 101(খ) নং
চিত্রের সাহায্যে অঙ্গিত করিতে
হয় ; কিন্তু তখন ঐ নামায় তাহার
সমস্ত পরিমাপ (যথা দৈর্ঘ্য,
প্রস্থ, ও উচ্চতা কিংবা গভীরতা বা বেধ) বর্ণাযথ অঙ্গিত করিতে পারা যায় না।
এমন হলে তাহাকে “পরিপ্রেক্ষিত” (perspective) চিত্র দ্বারা প্রদর্শন করা
হইয়া থাকে। কোন ঘন-বস্তুর সমস্ত পরিমাপ বর্ণাযথভাবে নামায় প্রদর্শন
করিতে হইলে তাহা “প্রক্ষেপ” (projection)-পদ্ধতির দ্বারা সম্পূর্ণ করা
হইয়া থাকে ; তখন একই বস্তুর প্রক্ষেপ-সকল বিভিন্ন চিত্র অঙ্গিত করা হয়, আর
সব চিত্রগুলির সমকালীন পর্যালোচনার দ্বারা বস্তুটির আকার ও পরিমাপের
জ্ঞান লাভ হইয়া থাকে। বর্তমান পরিচ্ছেদে ইহারই আলোচনা করা হইবে।

মনে কর, ঘরের মেঝের উপরে একটি দিবাশলাইসের বাল্ক পড়িয়া রহিয়াছে।
যদিঃষ্ঠিক উপর হইতে উহাকে দেখা যাব, কিন্তু মেঝের উপরে উহার চারিদিকে



চিত্র নং 101

পেশিল বুলান' বায়, তবে নজ্মায় উহার দৈর্ঘ্য (কক' ও খখ') [102 নং চিত্র],



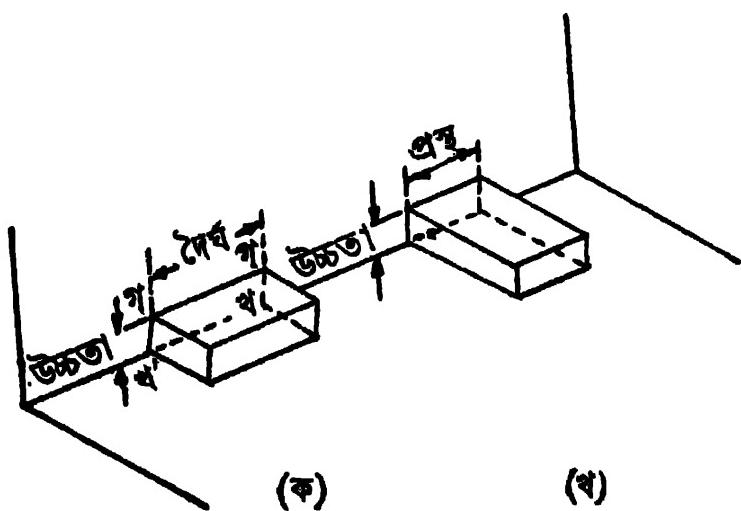
প্ল্যান বা ক্রিতি-প্রক্ষেপ কাহাকে বলে

চিত্র নং 102

এবং এছ (কখ ও ক'খ') বথাযথ-
ভাবে অক্ষিত হইবে। এখন যদি
বাস্তটিকে তুলিয়া লওয়া বায়, তাহল
মেৰেৱ উপৰে একটি আয়তকে
অক্ষিত থাকিতে ~~পাখ~~ বাইবে;
অস্বনেৱ ভাষায় ইহার ইংৰাজী
নাম “প্ল্যান” (plan) [বাংলায়
“ক্রিতি-প্রক্ষেপ”]। অন্তভাৱেও
ইহার বৰ্ণনা দেওয়া বায়; যখন সূৰ্য

ঠিক মাধ্যাব উপৰে থাকে, তখন কোন বুলান' পদাৰ্থেৰ বেছায়া মাটিতে
পড়ে, তাহাই উহার “প্ল্যান”। অতএব ‘ভূমিতল’ বা ‘ক্রিতিতল’-এৱ উপৰে
প্রক্ষেপকে “প্ল্যান” বলে।

এইবাব দিয়াশলাইয়েৱ বাস্তটিকে সৱাইয়া লইয়া দেওয়ালেৰ সঙ্গে লাগাইয়া
বাস্তেৱ চারিদিকে পেশিল বুলাইলে দেওয়ালেৰ উপৰে (খগ'খ'), —আৱ
একটি আয়তক্ষেত্ অক্ষিত হইবে; তাহাতে বাস্তেৱ দৈর্ঘ্য ও উচ্চতা



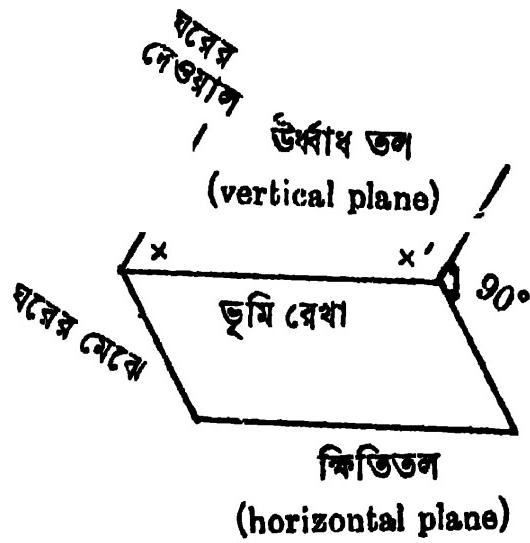
এই চিত্রে দেওয়ালেৰ গালে দৈর্ঘ্য
ও উচ্চতা দেখা বাইত্বে।

এই চিত্রে দেওয়ালেৰ গালে প্রসূ
ও উচ্চতা দেখা বাইত্বে।

চিত্র নং 103

[103 (ক) চিত্র], কিংবা এই ও উচ্চতা [103 (খ) চিত্র], বর্থাবধিভাবে অক্ষিত হইবে। অক্ষনের ভাবার ইহার ইংরাজী নাম “এলিভেশন” (elevation)। অতএব উর্ধ্বাধঃ-তলের উপরে প্রক্ষেপকে ‘এলিভেশন’ বলে। যদি বস্তুটির সমালগ্ন দিকটি উহার স্থুর্ধ দিক হয়, তবে সেই ‘এলিভেশন’-কে ‘স্থুর্ধের এলিভেশন’ (front elevation; বাংলায় “পুরোদৃশ্য”), এবং অপর ‘এলিভেশন’-কে ‘পাশের এলিভেশন’ (side elevation) নাম দেওয়া যায়। ইহার বাংলা “পার্শ্ব-দৃশ্য”। অতএব, কোন বস্তুর ঠিক উপরে চক্ষ রাখিবা উভার দিকে চাহিলে যে আকৃতি (figure) দেখা যায়, তাহাকে ‘প্ল্যান’ (plan) বা ‘ক্রিতি-প্রক্ষেপ’, আর ঠিক স্থুর্ধ দিকে চক্ষ রাখিবা দৃষ্টি করিলে ‘স্থুর্ধের এলিভেশন’ (front elevation), বা পুরোদৃশ্য, বলা হয়।

ঘরের মেঝের তলকে ‘(horizontal plane) ‘ক্রিতিতল’ বা ‘অনুভূমিক তল’, এবং দেওয়ালের তলকে (vertical plane) ‘উর্ধ্বাধঃ-তল’ বলে। অনুভূমিক বা ক্রিতি-তলের সহিত উর্ধ্বাধঃ-তল যে রেখায় মিলিত হয়, তাহার নাম ‘ভূমি-রেখা’ (ground line)। ক্রিতিতল, উর্ধ্বাধঃ-তল, ও ভূমি-রেখা বুরাইবার অস্ত্র একখানি কাগজ ব্যবহার করা যাইতে পারে। যদি একখানি কাগজকে সমালগ্ন ভাঁজ করিবা উহার একদিক খাড়া করিবা অন্তিম পাতিয়া দ্বারা যায়, তবে খাড়া অংশটা ‘উর্ধ্বাধঃ-তল’, মেঝের পাতা অংশটা ‘ক্রিতিতল’, এবং ভাঁজের দাগ ‘ভূমিরেখা’ নির্দেশ করিবে। এই রীতি মানিয়া, কাগজকে ভাঁজ না করিবাই,—শুধু তাহাতে একটি সমালগ্ন রেখা টানিয়া, তাহাকে ভূমিরেখা, XX'- কিম্বা XY-রেখা, বলিয়া গণ্য করা হইয়া থাকে;

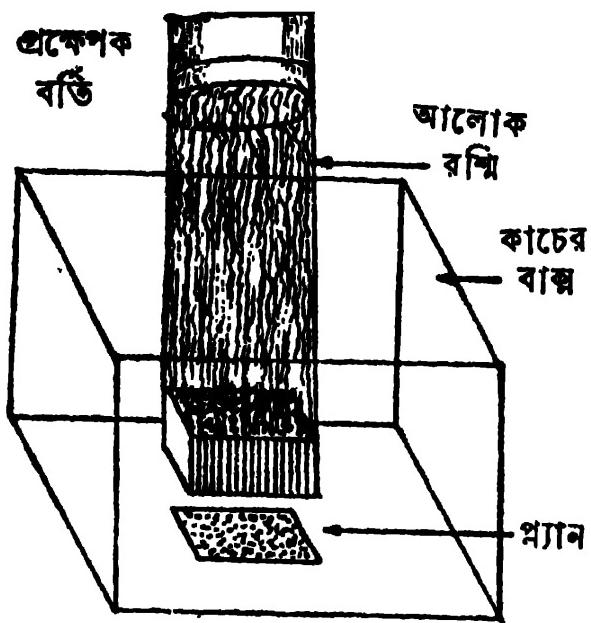


কাগজ ভাঁজ করিয়া তাহার দ্বারা উর্ধ্বাধঃ-তল, ক্রিতিতল ও ভূমিরেখা বুরান’।

চিত্র নং 104

আৱ ঐ ৱেখাৰ উ' । ১৮৬৩ খ্রি অক্ষেপ-চতুর্ভুজ আৰু কৰা ৰূপ, তাৰাকে ‘এণ্ডেশন’, ও নীচৰে দিকেৰ চিহ্নকে ‘প্র্যান’ বলা হৈব। ইহাকে প্ৰথম-কোণ অক্ষেপ (First-Angle Projection)-ও বলে।

আৱলু একভাৱে প্ৰক্ষেপ-এৰ ধাৰণা মনে বসাইয়া দেওয়া যাইতে পাৰে।
মনে কৰ, কোন ঘন-বস্তু (solid figure)-কে একটি কাচেৰ বাল্লৰ মধ্যে রাখিয়া,



আলোক-ৱশিৰ সাহায্যে প্ৰক্ষেপ বুৰান'

চিত্ৰ নং 105

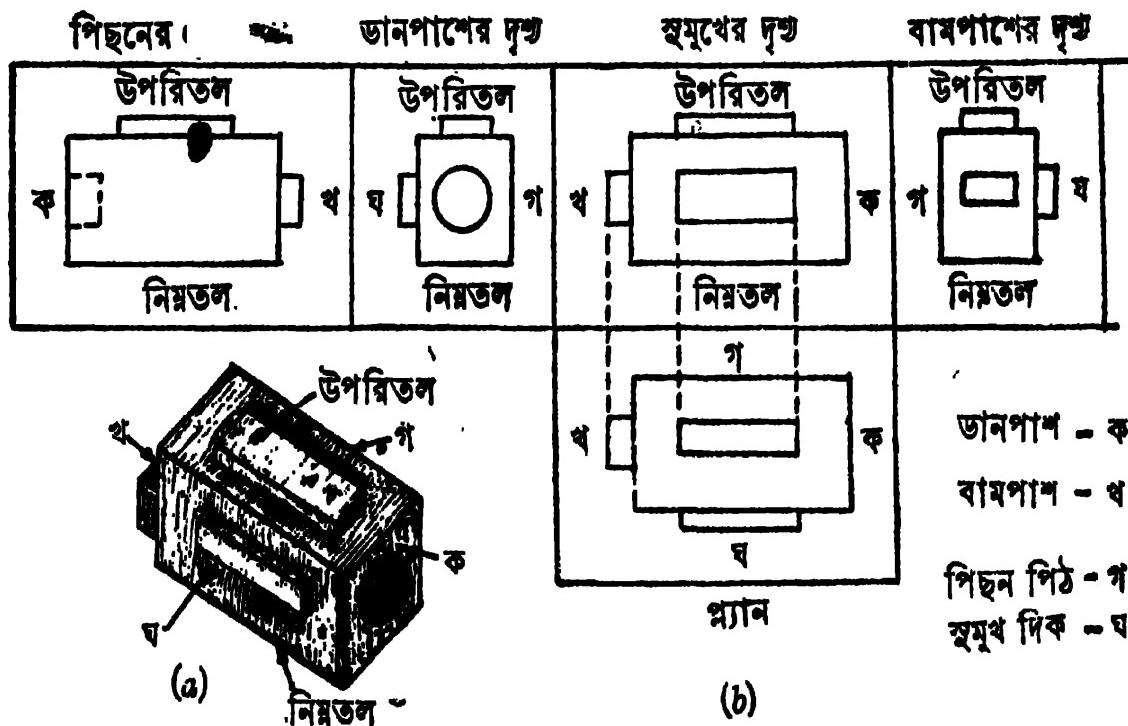
ঠিক উপৰ হইতে আলোকৱশি* পাত কৰা হইল ; তখন বস্তুটিৰ ভলদেশে
মে ছায়া পড়িল, তাৰাই তাৰার ‘ক্ষিতি-প্ৰক্ষেপ’ (plan) ; অতএব প্র্যান ‘XY'-
ৱেখাৰ তলদেশে অক্ষিত কৰিতে হইবে।

এখন যদি আলোকৱশিকে কাচেৰ বাল্লৰ বাঁদিক হইতে প্ৰক্ষেপ কৰা
যায়, তবে বস্তুৰ ছায়া বাল্লৰ ভাবদিকেৰ কাচেৰ উপৰে পড়িবে। ইহাকে
“বাঁপাশেৰ দৃষ্টি” (left side elevation) বলে ; এবং যেহেতু বাঁপাশ হইতে

* এখনে সূৰ্য-ৱশিৰ মত সমানুৱাল আলোক-ৱশি (parallel light-rays) ধৰিয়া দণ্ডা
হইতেহে !

বাস্তি-পাত করিলে ছায়া বাস্তের ডানদিকে পড়ে, সেই কারণে বাঁপাশের এলিভেশন স্থানের এলিভেশন-এর ডানদিকে, এবং ডামপাশের এলিভেশন স্থানের এলিভেশন-এর বাঁদিকে অঙ্কিত করিতে হয়।

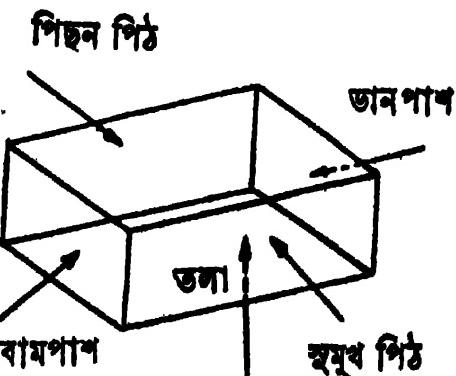
উদাহরণ অন্তর্গত নীচের চিত্রটি পর্যবেক্ষণ কর।



চিত্র নং 106

মনে কর, একটি বাস্তের আকারের কাঠের ঘন-বস্তু (solid figure)-র প্রদেশ-চিত্র অঙ্কিত করিতে হইবে।
বস্তুটির পরিপ্রেক্ষিত (perspective) চিত্র নং 106(a)-তে
দেওয়া হইল।

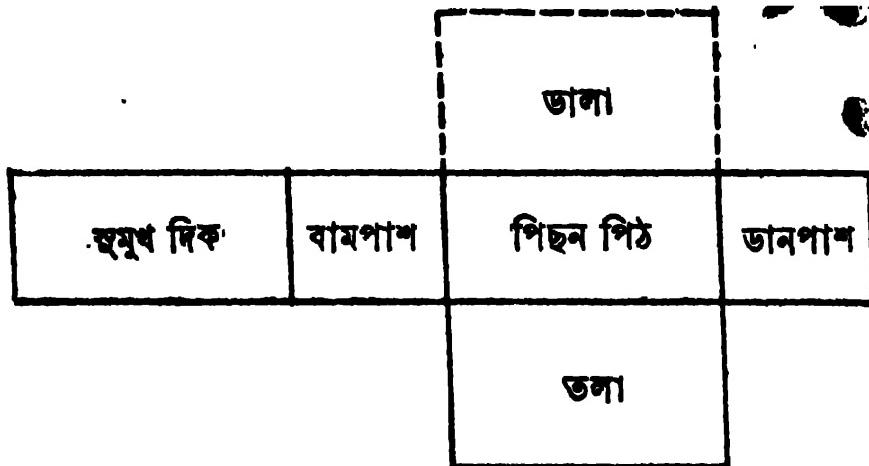
চিত্র হইতে দেখা যাইবে,
বাস্তুটির উপরে, স্থানে ও বাঁ
পাশে একটি করিয়া কাঠের
আয়তাকার টুকরা বাস্তের গা-



কাঠের বাস্তের সাহায্যে বিভিন্ন প্রদেশ বুকান
চিত্র নং 107(a)

হইতে বাহির হইয়া আছে, আৰ ডানপাশে একটি গোলাকাৰ ‘ডোবৱ’ (hollow) সামাজিক দূৰ পৰ্যন্ত উহাৰ গায়েৰ মধ্যে প্ৰবেশ কৰিয়াছে।

এখন মনে কৰ, একটি কাচেৰ বাল্লোৱ [চিত্ৰ নং 107(a)] চারি পাৰ্শ (four faces) উহাৰ তলা (base)-ৰ সঙ্গে কৃজা দিয়া এমনভাৱে তৈৰাবি যে, ইচ্ছামত উহাকে খুলিয়া ছড়াইয়া ফেলা যায়। যদি ঐ বাল্লকে ছড়ান’ যাব, তবে



সব পাৰ্শ (sides) খুলিয়া-ফেলা কাচেৰ বাল্ল
চিত্ৰ নং 107(b)

উহা [চিত্ৰ নং 107(b)]-এৰ আকাৰ ধাৰণ কৰিবে। তখন বাল্লোৱ ‘তলা’ (base) পিছনপিঠেৰ কাচেৰ নীচে খুলিয়া পড়িবে, ডানপাশেৰ কাচ খুলিয়া পিছন-পিঠেৰ কাচেৰ ডানদিকে গিয়া দাঢ়াইবে, এবং ডানপাশেৰ কাচ হইতে স্মৃথি পিঠেৰ কাচ খুলিয়া গিয়া বামপাশেৰ কাচকে মধ্যে লইয়া পিছনপিঠেৰ কাচেৰ সমৰেখায় অবস্থান কৰিবে। কোন ঘন-বস্তু ছয়টি আৱতক্ষেত্ৰেৰ সমবায়ে গঠিত বলিয়া, উহাকে খুলিয়া ছড়াইয়া দিলে চিত্ৰ নং 107(b)-এৱই আকাৰ ধাৰণ কৰে ; উহাকে ইংৰাজীতে Developed diagram বলে (বাংলায় “বিবৰিত” চিত্ৰ বলা যাইতে পাৰে)। এখন যদি চিত্ৰ নং 106(a)-তে প্ৰদৰ্শিত কাৰ্টেৰ ঘন-বস্তুটিৰ উপৰে এমনই কাচেৰ বাল্ল বসাইয়া স্মৃথি হইতে দেখা যায়, তবে মনে হইবে যে বস্তুটিৰ পুৱেদৃশ্য (front elevation) বাল্লোৱ পিছনপিঠেৰ কাচেৰ সঙ্গে লাগিয়া রহিয়াছে [চিত্ৰ নং 106(b)-দেখ]। উহা হইতে দেখা যাইবে, (i) একটি বড় আকাৰেৰ আৱতক্ষেত্ৰ (rectangle)-এৰ উপৰে একটি, ও উহাৰ বাম-পাশে একটি ছোট আকাৰেৰ আৱতক্ষেত্ৰ লাগালাগি হইয়া বাহিৰ হইয়া আছে, এবং বড়টিৰ

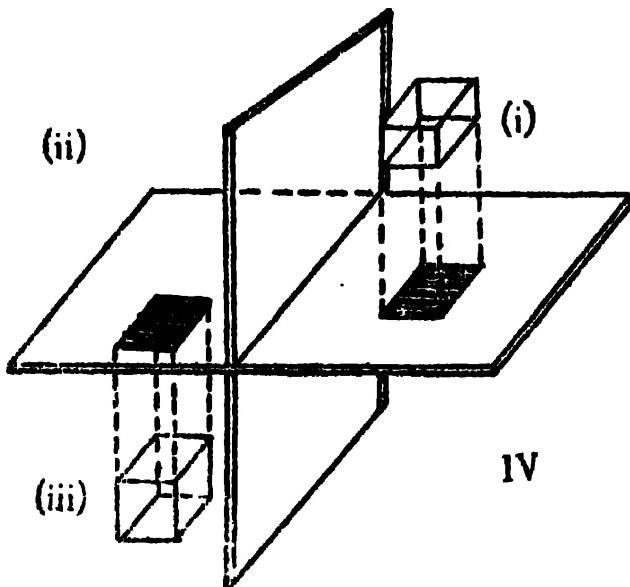
মধ্যদেশেও একটি ছোট আয়তক্ষেত্র উহার সহিত সমান্তরাল ভাবে রহিয়াছে ; ইহাই হইবে ঘন-বস্তির স্থূলের দৃশ্য বা “পুরোদৃশ্য” (Front elevation ; বা Front view)। এই দৃশ্য হইতে ইহাও জানাগেল যে, বস্তির তলদেশ একেবারে সমতল [অর্থাৎ তলদেশে কোন ডোবর (hollow) বা অস্ত কিছু নাই]। (i) বস্তির ভানপাশে একটি ‘ডোবর’ ধাকার অস্ত পুরোদৃশ্যের ভানপাশের উর্ধ্বাধঃ-রেখার ভিতরদিকে ফুটকি ফুটকি একটি আয়তক্ষেত্র (rectangle) রহিয়াছে। যেহেতু ঘন-বস্তির ভানপাশের ‘ডোবরটি’ স্থূলের দৃশ্যে দৃষ্টিগোচর হইতেছে,—অথচ ভানপাশের চিত্র হইতে তাহা দেখা যায়, তাই এমন স্থলে ফুটকি ফুটকি রেখা (dotted line) দিয়া আকা হয়। তাহা ছাড়া, ডোবরের আয়তক্ষেত্র ইহাও নির্দেশ করিতেছে যে, ইহার প্রস্থ সর্বজায়গায় সমান [অর্থাৎ ডোবরটি ‘শঙ্ক’ (cove)-এর আকারের নহে]। কিন্তু ঐ ‘ডোবর’ গোলাকৃতি কিমা তাহা এদৃশ্য হইতে বুঝা যায় না ; ইহা বুঝা যায় ‘ভানপাশের’ দৃশ্য হইতে। ভানপাশের চিত্র হইতে ইহার প্রস্থ ও উচ্চতা পাওয়া যাইবে। যে ‘ডোবর’-এর কথা উল্লেখ করা হইতেছে, এক্ষণে দেখা যাইতেছে তাহা বৃত্তাকার ; এবং এই বৃত্তের ব্যাসই ‘ডোবর’-এর ব্যাস, এবং উহার গভীরতার পরিমাণ প্র্যান কিমা পুরোদৃশ্যের ফুটকি ফুটকি আয়তক্ষেত্রের প্রস্থ মাপিলেই পাওয়া যাইবে। এই চিত্র হইতে দেখা যাইবে, বস্তির পিছন দিক মস্তন (plain) বা সমতল। প্র্যান কিম্বা অস্ত দৃশ্য হইতেও ইহা অবগত হওয়া যায়।

এইক্ষেপে সব দৃশ্যগুলিকে এককালে পর্যালোচনা করিয়া বস্তির সম্পূর্ণ তথ্য নির্ণয় করা হয়, আর ‘নক্ষাকর’ (Draughtsman) বিশেষক্ষেপে বিবেচনা করিয়া, কোন চিত্রে কতগুলি দৃশ্য আবশ্যিক, তাহা স্থির করিয়া থাকেন।

প্রথম-পাদ প্রক্ষেপ ও তৃতীয়-পাদ প্রক্ষেপ (First-Angle, and Third-Angle Projection)

যদি কোন বৃত্তকে একটি অস্তভূমিক (horizontal) ব্যাস XX' -, ও একটি উর্ধ্বাধঃ (Vertical) ব্যাস YY' -এর ধারাচারিটি সমান পাদ (quadrant)-এ ভাগ-

করা যায়*, তবে 0° - 90° (অর্থাৎ $X'OY$ সমকোণ) পর্যন্ত বৃত্তখণ্ডকে শূল্কের
প্রথম পাদ (1st Quadrant বা 1st-Angle), 91° - 180° (অর্থাৎ YOX



প্রথম-পাদ ও তৃতীয়-পাদ প্রক্ষেপ বুকান
চিত্র নং 108

সমকোণ) পর্যন্ত বৃত্তখণ্ডকে
তৃতীয় পাদ (2nd
Quadrant বা 2nd-
Angle), 181° - 270°
(অর্থাৎ XOY' সমকোণ)
পর্যন্তকে তৃতীয়-পাদ (3rd
Quadrant বা 3rd-
Angle), আর 271° - 360°
(অর্থাৎ $Y'OX'$ সম-
কোণকে) চতুর্থ পাদ
(4th Quadrant বা 4th-
Angle) বলে।

সেইরূপ, যদি কোন শৃঙ্খল স্থান (Space)-কে এক উর্ধ্বাধঃ-তল (Vertical
plane)-ও এক অভূত্তমিক তল (horizontal plane) দিয়া ছেদ করা
হইয়াছে বলিয়া অনুমান করা যায়, তবে তাহাতেও চারিটি পাদ (Quadrant
বা Angle)-এর উক্তব হয় বলিয়া ধরিয়া লওয়া হয়, আর ঠিক 'বৃত্ত-পাদ'-এর মত
তাহাদেরও পাদ বলা হইয়া থাকে। এমনই 'প্রথম-পাদ'-এর শূল্কের (space)
মধ্যে কোন ঘনক (cube)-কে অবস্থিত বলিয়া কল্পনা করিয়া ভূমিতলের উপরদিক
হইতে দেখিলে তাহার 'প্র্যান' (বা ক্ষিতি-দৃশ্য) উহার নীচের দিকে, এবং তৃতীয়-
পাদ-এর শূল্কের মধ্যে ঘনককে অবস্থিত বলিয়া মনে করিয়া
উপর হইতে দেখিলে তাহার 'প্র্যান' উপরের দিকে অবস্থান করিবে

* প্রস্তুত প্রশ্নটি "সাধারণ যন্ত্রশিল্প ও অক্ষন" [class IX-এর পাঠ্য] পুস্তকের 'কোণের
আকস্মা'-শীর্ষক মধ্যে আঠত্রয়।

চিত্র অঙ্কনের পদ্ধতি :

ডিম্ব ডিম্ব পদ্ধতিতে চিত্র অঙ্কিত করা হইয়া থাকে। তাহাদিগকে ইংরাজীতে Perspective, Orthographic projection, Isometric projection, প্রভৃতি বলে।

যদি কোন খজু ও সমান প্রস্থ-বিশিষ্ট সমতল পথের দিকে ঢাহিয়া থাকা থায়, তবে উহা যেন ক্রমশঃ সকল হইয়া গিয়াছে, ও সঙ্গে সঙ্গে উপরের দিকে উঠিতেছে বলিয়া চক্ষে প্রতিভাত হইবে। যেমনটি দেখা গেল, যদি ঠিক তেমনিটি চিত্রে অঙ্কিত করা থায়, তবে তেমন চিত্রকে পরিপ্রেক্ষিত (Perspective) দণ্ড বলে। সাধাৰণ ছবি, থিয়েটারের সিন, প্রভৃতি এই পদ্ধতিতে অঙ্কিত।

যদি ঘরের দেওয়ালের স্থূল কোন একটি বস্তুকে ধরিয়া দর্শক তাহার একটি চক্ষু বুঝিয়া অন্ত চক্ষুটি ঐ বস্তুর সীমা-রেখা (contour)-র প্রত্যেক বিন্দুর সমরেখায় পরে পরে রাখিয়া দেওয়ালে দাগ দেন, তবে দেওয়ালে যে চিত্র অঙ্কিত হয়, তাহাকে ‘প্রক্ষেপিত চিত্র’ (projected view) বলে; আৱ একেতে দর্শকের দৃষ্টি দেওয়ালের সমতলের অক্ষুলতা (perpendicular) ভাবে পতিত হইতেছে বলিয়া ইহার নাম ‘অর্থোগ্রাফিক প্রোজেকশন’ [(Orthographic Projection); বাংলায় ‘অক্ষুলতা প্রক্ষেপ’] বলে। ইহার অন্ত নাম ‘অর্থোগোড়াল প্রোজেকশন’ (Orthogonal Projection)। বাড়ী, যন্ত্রপাতি, প্রভৃতির নক্কাতেই এই পদ্ধতি ব্যবহার করা হয়।

প্রথম-ও তৃতীয়-পাদ প্রক্ষেপের প্রভেদ ও ব্যবহার :

প্রথম-পাদ প্রক্ষেপ ও তৃতীয়-পাদ প্রক্ষেপের মধ্যে প্রভেদ এই যে, প্রথম-পাদ প্রক্ষেপ প্রণালীতে প্রত্যেক দৃষ্টি, (যথা প্র্যান, পুরোদৃষ্টি প্রভৃতি), প্রক্ষেপিত বস্তুর পিছনদিকে অঙ্কিত হইবে (চিত্র নং 108, উপরের ও ডানপাশের দৃষ্টি); আৱ তৃতীয়-পাদ প্রক্ষেপ প্রণালীতে প্রত্যেক দৃষ্টি, বস্তু ও দর্শকের মধ্যে অঙ্কিত হইবে *

* Indian Standards Institution-এর নির্দেশের ভাবান,—

“First Angle Projection is that in which each view is so placed that it represents the side of the object remote from it in the adjacent view”;

আৱ—

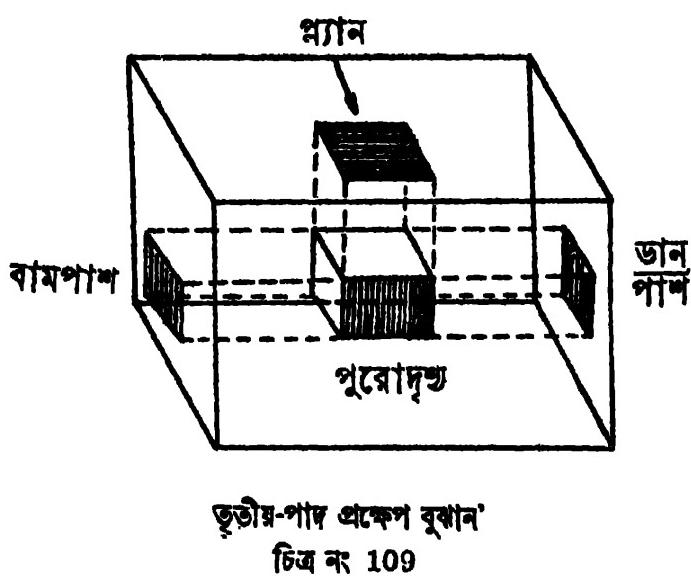
“Third Angle Projection is that in which each view is so placed that it represents the side of the object near to it in the adjacent view”.

(Specification No. IS : 696—1955)

(ঐ চিত্ৰের নীচৰে ও বামপাশেৰ দৃশ্য)। দ্বিতীয় প্ৰণালীৰ সুবিধা এই যে, ইহাতে বাম-পাৰ্শৰ দৃশ্য পুৱোদৃশৰ বামপাৰ্শ, এবং দক্ষিণপাৰ্শৰ দৃশ্য পুৱোদৃশৰ দক্ষিণপাৰ্শ অক্ষিত হওয়াৰ, বুঝিতে, পড়িতে, এবং মাপাক (dimensions) সম্বিশ কৰিতে অধিকতর সুবিধা হয়। বৰ্তমান শতাব্দীৰ গোড়াৱ দিকে ষষ্ঠি-শিল্পৰ নক্কাশ ইউৱোপে প্ৰথম-পাদ প্ৰক্ষেপ-প্ৰণালী, আৰু আমেৰিকাৰ যুক্তবাট্টে তৃতীয়-পাদ প্ৰক্ষেপ-প্ৰণালী ব্যবহাৰ কৰিছুট ; কিন্তু কৰ্মে কৰ্মে ইহাৰ ব্যবহাৰ সকল দেশেই বিস্তাৱ লাভ কৰিয়াছে। এখন উভয় প্ৰণালীতে অক্ষিত নক্কাশ ব্যবহৃত হইতেছে। ভাৰত গভৰ্ণমেণ্ট এই তৃতীয়-পাদ প্ৰক্ষেপ প্ৰণালীই সকলকে যথাসম্ভব ব্যবহাৰ কৰিতে নিৰ্দেশ দিয়াছেন।

[Para 9'3, I S : Specification 696—1955].

উপৱেৰ এই পাৰ্থক্যটি ঠিকভাৱে বুঝিয়া লাইলে, আৱ কোন গুণগোলৈৰ কাৰণ নাই ; কিন্তু প্ৰক্ষেপ-দৃশ্য অঙ্কনেৰ সময় দুই প্ৰণালীৰ প্ৰক্ষেপ মিলাইয়া ফেলিলে চলিবে না ; মনে রাখিতে হইবে, নক্কাৱ আৱস্থ হইতে শেষ পৰ্যন্ত, হয় প্ৰথম-পাদ, আৱ না হয় তৃতীয়-পাদ প্ৰণালী-মত, প্ৰক্ষেপ-ৱীতি অবলম্বন কৰিতে হইবে।



106 নং চিত্ৰে যেমন
ভাৱে প্ৰথম-পাদ প্ৰক্ষেপ
বুৰান' হইয়াছে, ঠিক
তেমনি ভাৱে তৃতীয়-পাদ
প্ৰক্ষেপ বুৰান' যাইতে
পাৰে। একটি কাচৰ
বাজ্জেৰ মধ্যে এক ঘনক
(cube)-কে বুঝিয়া এক
চক্ৰ বুঝিয়া অঙ্গ চক্ৰ দিয়া
উপৱ হইতে দেখিলে মনে

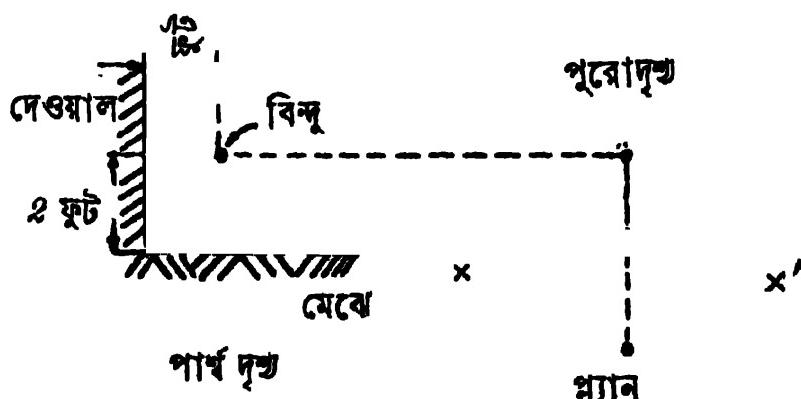
হইবে যে, ঐ ঘনকেৰ উপৱেৰ পিৰ্টটি বাজ্জেৰ ঢাকনিৰ কাচৰ নীচৰে পিৰ্টেৰ
সকে লাগালাগি ভাৱে আছে। এখন, ক্ষিতিতলেৰ উপৱে যে প্ৰক্ষেপ-চিৰ

তাহাকে যদি ‘প্র্যান’ বলা সাধ্যস্ত হয়, তবে এই বিভীষণ পক্ষতিতে প্র্যানে বস্তি
পুরোদৃশের উপরদিকে থাকিবে বলিতে হইবে ; এবং এই শুক্র মানিঙ্গা চলিলে,
বস্তির বামপার্শের প্রক্ষেপ-দৃশ্য বাল্লের বামদিকের কাচের ভিতরে, এবং দক্ষিণ-
পার্শের প্রক্ষেপ-দৃশ্য তানদিকের কাচের ভিতরে দেখা যাইবে ।

বিন্দু, রেখা, ও একভলীয় আকৃতিজ্ঞ প্রক্ষেপ (Projection of Points, Lines, and Plane figures)

বিন্দুর প্রক্ষেপ :

যাহার অস্তিত্ব আছে অথচ পরিমাপ (dimensions) নাই, এমন কৃত্তম
পদার্থের নাম “বিন্দু” (Point) । শুচের অগ্রভাগটুকু বিন্দু ; কিংবা স্থান
পেশিল দিয়া কাগজকে স্পর্শ করিলে যে দাগ পড়ে, তাহাকেই বিন্দু বলিয়া ধরা
যাইতে পারে । যদি এমনই একটি বিন্দুকে ঘরের মধ্যে শৃঙ্গে ঝুলাইয়া রাখিয়া
উপর হইতে এক চঙ্ক বুঝিয়া দেখা যায়, তবে মনে হইবে বিন্দুটি মেঝের উপরে



বিন্দুর প্রক্ষেপ : মানের বিন্দুটি XX'-রেখার 1-ফুট নীচে
চিত্র নং 110

যাহিয়াছে, অতএব বিন্দুর প্র্যান “বিন্দু” । তেমনি যদি ইয়ুখদিক হইতে
উহাকে দেখা যায়, তবে মনে হইবে উহা দেওয়ালের গায়ে অর্ধাং উর্ধ্বাধঃ
সমতলে লাগিয়া রহিয়াছে ; অতএব বিন্দুর পুরোদৃশ্য (elevation)-ও
“বিন্দু” । এখন যদি বিন্দুটি মেঝে হইতে ২ ফুট উচ্চে ও দেওয়াল হইতে
১ ফুট নীচে রাখা থাকে, তবে নম্বায় ভূমিরেখা XX' হইতে প্র্যানে উহা ১ ফুট

দূৰে, ও পুৱোদৃশ্যে XX'-ৰেখা হইতে ২ ফুট উপৰে দেখা থাইবে। ইহাই বিন্দুৰ প্ৰক্ষেপ।

[**বিশেষ জষ্ঠব্যঃ** : বিন্দুটি মেৰে হইতে ২ ফুট দূৰে আছে বলিয়া, পুৱোদৃশ্য (elevation)-এ বিন্দুটিকে ভূমিৰেখা XX'-এর ২ ফুট (বামদিকেৰ পাৰ্শ্বদৃশ্য), এবং উহা দেওয়াল হইতে ১ ফুট দূৰে আছে বা প্ল্যান (plan)-এ XX'-ৰেখাৰ ১ ফুট নীচে অঙ্কিত কৰিতে হইলে প্ৰক্ষেপ-ৰেখাগুলি ফুটকি ফুটকি বা “বিচ্ছিন্ন” (broken) ৰেখা দিয়া দেখান’ হইয়া থাকে, এবং বস্তৱ বে ৰেখা বা অংশ দৃষ্টি-পথেৱ আডালে গড়ে, তাহাও ফুটকি ফুটকি বা বিচ্ছিন্ন ৰেখাৰ দ্বাৰা আকা হয়।]

সৱল লেখাৰ প্ৰক্ৰিয়া :

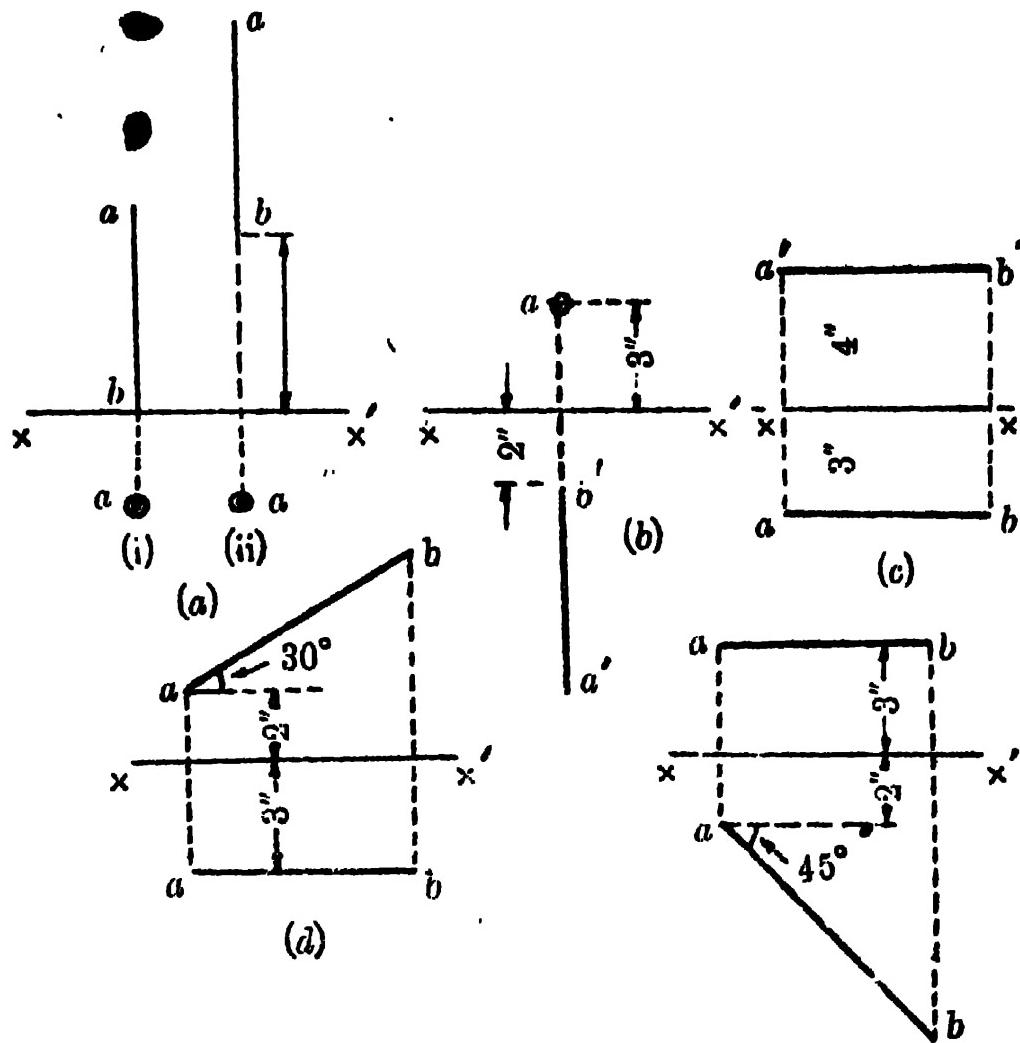
বিস্তাৱ বিহীন দৈৰ্ঘ্যেৰ নাম ৰেখা। অতএব যদি বহুসংখ্যক বিন্দুকে একেৱে এক কৰিয়া ঘেঁষৰ্বেষি বাখা যায়, তবে একটি ৰেখাৰ উৎপত্তি হইবে ; এবং যদি ঐ বিন্দু সকল খজুভাবে একেৱে পৱ এক ব্যবস্থিত থাকে, তবেই তাহা সৱলৱেখা হয়। স্বতৰাং যদি কোন সৱলৱেখা শয়ান অবস্থায় (in horizontal position) থাকে, তবে অবস্থান-বিশেবে তাহাৰ প্ৰক্ষেপ নিম্নৰ চিত্ৰগুলিৰ মত হইবে।

চিত্ৰ 111 (a) (i) : এখানে ab-সৱল ৰেখাটি ভূমিৰেখাৰ উপৰে উহাৰ সহিত লম্বভাবে ৱহিয়াছে (যেন ঘৱেৱ মেৰেৱ উপৰে দেওয়াল হইতে কিছু দূৰে একটি লম্বা খুব সক তাৱকে খাড়া কৰিয়া দাঢ় কৰাইয়া বাখা হইয়াছে)। অতএব শুমুখদিক হইতে দেখিলে, উহাকে একটি উৰ্ধবাধঃ সৱলৱেখাই দেখা থাইবে ; আৱ ইহাই হইবে এই ৰেখাৰ পুৱোদৃশ্য (elevation)। এইবাৱ যদি ৰেখাৰ টিক উপৰে একটি চক্ৰ বাখিয়া দেখা যাব, তবে মাৰ্জ একটি বিন্দু নজৰে আসিবে, এবং মনে হইবে যেন ঐ বিন্দু মেৰেৱ উপৰে ৱহিয়াছে ; অতএব এই ৰেখাৰ প্ল্যান (plan) একটি বিন্দুমাজ।

চিত্ৰ a(ii) : কিঞ্চ যদি ৰেখাকে ভূমিৰেখা হইতে কিছু উৰ্বে বাখা যাব, তবে পুৱোদৃশ্যে ৰেখাৰ ৮-প্ৰান্ত XX'-ৰেখা হইতে কিছু উৰ্বে অবস্থান কৰিবে, স্বতৰাং উহাৰ ৮-প্ৰান্তও ভূমিৰেখা হইতে আৱও ততটা উচুতে

থাকিবে ; কিন্তু প্র্যাণে যে বিন্দু দেখা যাইবে, তাহা (i) চিত্রে অদর্শিত-মত XX' -রেখা হইতে সমান দূরেই থাকিবে ।

চিত্র (b) : এখানে একটি সরলরেখাকে শূণ্যে শৰানভাবে এমন করিয়া
বুলাইয়া রাখা হইয়াছে যে, উহা ঘরের মেঝে হইতে ৩ ইঞ্চ উচ্চে এবং উহা
পুরোপুর হইতে ২ ইঞ্চ দূরে, ও দেওয়ালের লম্বভাবে রহিয়াছে ।



চিত্র নং 111

এই রেখার প্রক্ষেপ-চিত্র অঙ্কন করিতে হইলে, প্রথমে XX' -রেখা আকিয়া
তাহার উপরের দিকে ৩ ইঞ্চ দূরে একটি বিন্দু হইবে, কেননা রেখাটি দেওয়ালের
লম্বভাবে ধাকায় সমুখ দিক হইতে উহাকে একটি বিন্দুর আকারে দেখা
যাবিবে ; তাই ইহাই এই সরলরেখার পুরোপুর ।

এইবাব ঐ বিন্দু হইতে XX' -রেখার উপরে ফুটকি ফুটকি রেখা দিয়া শব্দ ভাবে উর্ধ্বাধঃ প্রক্ষেপ-রেখা গাত করিয়া উহাকে ভূমিরেখার নীচের দিকে বর্ধিত করিতে হইবে; এবং রেখা দেওয়াল হইতে ২ ইঞ্চ দূরে আছে বলিয়া, XX' -রেখা হইতে ২ ইঞ্চ নীচে পর্যন্ত ফুটকি ফুটকি রেখা টানিয়া, পরে $a'b$ রেখার দৈর্ঘ্য অনুমানী স্পষ্ট অবিচ্ছিন্ন রেখা (firm line) দিয়া $a'b'$ অঙ্কিত করিতে হইবে।

(জষ্ঠব্যঃ এমন স্থলে, প্রদত্ত-বস্তুর বিন্দু সকলকে a, b, \dots অঙ্কিত অক্ষর দিয়া, এবং উহার প্রক্ষেপ-গুরু বিন্দু সকলকে, বর্ণাক্রমে, a', b', \dots দিয়া, কিংবা প্রথমটিকে A, B, \dots , এবং অপরদিকে a, b, \dots অথবা A', B', \dots ইত্যাদি অক্ষর দিয়া নির্দেশ করা হইয়া থাকে।)

চিত্র (c) : কোন সরলরেখা ab , উর্ধ্বাধঃ-তল হইতে ৩" ইঞ্চ দূরে, এবং অনুভূমিক তল হইতে ৪" ইঞ্চ উর্ধ্বে শয়ানভাবে (horizontally), এবং প্রত্যেক তলের সমান্তরালে অবস্থিত আছে; ইহার প্রক্ষেপ-দৃশ্য অঙ্কিত করিতে হইলে, প্রথমে XX' -রেখা অঙ্কিত কর; পরে ঐ ab -রেখা উর্ধ্বাধঃ-তল হইতে ৩ ইঞ্চ দূরে এবং ঐ তলের সমান্তরালে আছে বলিয়া, XX' -রেখা হইতে ৩ ইঞ্চ নীচে ও তাহার সমান্তরালে ab -রেখা টানিতে হইবে। ইহাই চিত্রের প্র্যান।

এইবাব ab -রেখার a ও b প্রান্ত হইতে উর্ধ্বাধঃ প্রক্ষেপ-রেখা XX' -ভূমি রেখা পর্যন্ত উভোপিত কর, ও উপরদিকে তাহাদের আরও ৪ ইঞ্চ বর্ধিত করিয়া $a'b'$ -এই সরল রেখার দ্বারা ঘোগ কর।

অতএব একেত্ত্বে, অর্থাৎ পুরোদৃশ্যে, ab -সরলরেখার প্রক্ষেপ $a'b'$ সরলরেখা।

চিত্র (d) : কোন সরলরেখা ab , ভূমিতলের সহিত 30° -ডিগ্রি আন্তি (inclination)-তে, উহার নিয়প্রান্ত ভূমিতল হইতে ২ ইঞ্চ উর্ধ্বে, এবং উর্ধ্বাধঃ-তলের সমান্তরালে অবস্থান করিতেছে; ইহার প্রক্ষেপ-চিত্র অঙ্কিত কর।

একেত্ত্বে প্রথমে ab -রেখার পুরোদৃশ্য অঙ্কিত করিয়া, তাহার পর উহার প্র্যান অংকিত করিতে হইবে।

ধৰাবীতি XX' -রেখা অঙ্কিত কর, এবং উহার উপরের দিকে ২ ইঞ্চ দূরে

একটি বিন্দু লও ; ইহাই ab -রেখার a -বিন্দু। ঐ বিন্দু হইতে একটি ফুটকি ফুটকি শয়ান রেখা অঙ্কিত কর, ও এইসামন্ত প্রোট্যাক্টাৰ বা “চাদা” দিয়া শয়ান রেখার সহিত 30° -ডিগ্রিতে একটি রেখা ab টানিয়া এক কোণ রচনা কৰ। এই ab -রেখাই প্রদত্ত রেখার পুরোদৃশ্য (elevation)। অতঃপর a ও b বিন্দুৰ দ্বৰা হইতে ফুটকি ফুটকি দুইটি প্রক্ষেপ-রেখা লক্ষ্যভাবে XX' -রেখার উপরে পাতিত কৰ ও তাহামূল নীচের দিকে বর্ধিত কৰ। [এই প্রক্ষেপ রেখাদ্বয়কে XX' -রেখার নীচে কতদূর বর্ধিত কৰিতে হইবে, যদি পুরো তাহা দেওয়া থাকে ত ভাল ; নহিলে উহুকে ষতটা ইচ্ছা ততটা নামাইলেই চলিবে ; এখানে চিহ্নে $3''$ ইঞ্চ নীচে পর্যন্ত দেখান’ আছে)। ইহাদের প্রান্তদ্বয় যোগ কৰিলে XX' -রেখার সমান্তরালে যে শয়ান রেখা পাওয়া যাইবে, তাহাই প্রদত্ত রেখার প্র্যান $a b$ ।

(জষ্ঠব্যঃ প্র্যানের রেখাজ দৈর্ঘ্য মাপিয়া দেখিলে দেখা যাইবে, উহা পুরোদৃশ্যের ab -রেখা অপেক্ষা হুন্দতৰ।)

চিত্র (c) : সরলরেখা ab -ৰ অবস্থান চিত্র (d)-এৰই অনুকৰণ, তবে এক্ষেত্রে রেখাটি উর্ধ্বাধঃ-তলেৰ সহিত 45° -কোণে আনত, ও উহাৰ নিম্নপ্রান্ত ভূমিৰেখা হইতে 2 ইঞ্চ দূৰে অবস্থিত ; সঙ্গে সঙ্গে রেখাটি ভূমিতলেৰ সমান্তরালে, ও উহা হইতে 3 ইঞ্চ উৰ্ধে অবস্থিত। ইহার প্রক্ষেপ-চিত্র অঙ্কিত কৰিতে হইবে।

XX' -রেখার $2''$ ইঞ্চ নীচে a -বিন্দু লও, ও উহা হইতে XX' -রেখার সমান্তরালে এক ফুটকি ফুটকি রেখা আক। ঐ রেখার সহিত 45° -ডিগ্রি আনতিতে ab -রেখা আক। a ও b হইতে দুইটি ফুটকি ফুটকি প্রক্ষেপ উর্ধ্বাধঃ-রেখা XX' -রেখা পর্যন্ত উভোগন কৰিয়া, ঐ রেখাদ্বয়কে $3''$ ইঞ্চ উপরে পর্যন্ত লইয়া যাও, এবং উহাদেৱ প্রান্ত-বিন্দুদ্বয়কে ab ,—এই শয়ান রেখার ধাৰা যুক্ত কৰ।

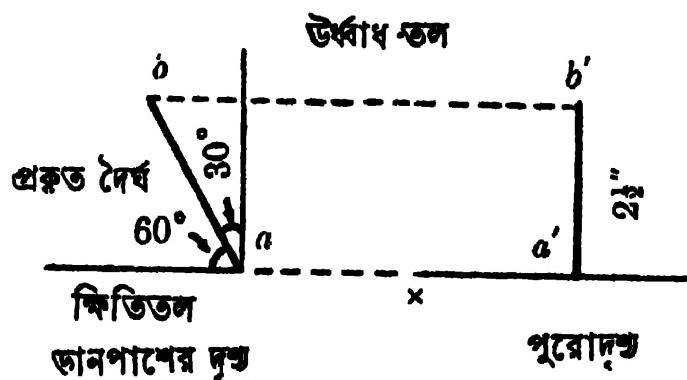
**প্রক্ষেপ-চিত্র হইতে প্রদত্ত রেখার প্রক্রিয়া দৈর্ঘ্য
(true length) বাহিৰ কৰিবার উপায় :**

ইহা কৰিতে হইলে, দুইটি দৃঢ়েৰ সমবায়ে (যথা প্র্যান ও পুরোদৃশ্য), একটি পার্শ্বচিত্র (side view) অঙ্কিত কৰিতে হয় ; তখন তাহা হইতে প্রদত্ত রেখার

প্রকৃত দৈর্ঘ্য ধরা পড়ে। কখন কখন এই পার্শ্বদৃশ্য অক্ষিত না করিলেও চলে। উদাহরণ অক্ষণ চিত্র নং 111 (d)-এর উল্লেখ করা যাইতে পারে। এখনে দেখা যাইবে, রেখার প্র্যান নীচের ab -রেখা। তাহার অর্থ এই যে, যদি উপরের ab -কে $2\frac{1}{2}$ " করিয়া টানা যায়, তবে নীচের ab -কে মাপিলে উহা $2'165"$ ইঞ্চ হইবে। এখন যদি বিষয়টিকে উহার বিপরীত ক্রান্তসারে অঙ্গ করা যায়, অর্থাৎ যদি রেখার প্র্যান $2'165"$ ইঞ্চ, এবং উহার অপরাপর স্থানত্ব বিষয় চিত্র (d)-এর মত দেওয়া থাকে, তবে প্রথমে সরলরেখাকে $2'165"$ ইঞ্চ করিয়া প্র্যানে অক্ষিত করিয়া, উহাকে উর্ধ্বাধঃ-তলে প্রক্ষেপ করিয়া ভূমিরেখা হইতে $2"$ ইঞ্চ উপরের a -বিন্দু হইতে ভূমিরেখার সহিত 30° -আনতিতে এক রেখা অক্ষিত করিলে বে বিন্দুতে উহা b -বিন্দু হইতে উভালিত প্রক্ষেপ-রেখাকে ছেদ করিবে, তত পর্যন্ত দূরস্থই রেখার প্রকৃত দৈর্ঘ্য হইবে, ও উহাকে মাপিলে ঠিক $2\frac{1}{2}$ " ইঞ্চ পাওয়া যাইবে।

পার্শ্ব-দৃশ্য (Side-elevation)-কের সাহার্যে প্রকৃত দৈর্ঘ্য বাহির করা :

মনে কর, কোন রেখার পুরোদৃশ্য (front elevation) $2\frac{1}{2}$ " ইঞ্চ ; ঐ রেখা উর্ধ্বাধঃ-তলের সহিত 30° -ডিগ্রি, ও ভূমিতলের সহিত 60° -ডিগ্রি আনতিতে



পার্শ্বদৃশ্য হইতে প্রকৃত দৈর্ঘ্য নির্ণয়
চিত্র নং 112

অবস্থিত আছে; রেখাটির প্রকৃত দৈর্ঘ্য নির্ণয় করিতে হইবে। চিত্রের পাশের দৃশ্য হইতে রেখাটির অবস্থান ব্যাখ্যাত বুঝা যাইবে। এই চিত্র হইতে দেখা যাইবে,

প্রক্ষেপ

$a'b'$ -রেখা প্রদত্ত পুরোদৃশ্য, আবর পার্শ্বচিত্রে অদৃশ্যত ab -রেখা ভূমিতলের সহিত 60° -ডিগ্রি, ও উর্ধ্বাধঃ-তলের সহিত ($90^{\circ}-60^{\circ} =$) 30° -কোণে আনত রয়িয়াছে। এইবাবে পুরোদৃশ্যের ভূমিতলের সহিত সমবেদ্যায় পার্শ্বদৃশ্যের ভূমিরেখা আকিলা, পুরোদৃশ্যের b' -বিন্দু হইতে এক শয়ান প্রস্তৱ-রেখার স্থান ab -রেখাকে b -বিন্দুতে ছেদ কৰ। ইহাই হইল রেখার অকৃত দৈর্ঘ্য। মাপিলে দেখা যাইবে উহা $2'88''$ - $\frac{1}{2}$ দীর্ঘ।

একতলীয় ক্ষেত্র(Plane figure)-এর প্রক্ষেপ :

যে ক্ষেত্রের আয়তন (area) আছে কিন্তু গভীরতা (depth) নাই, তাহাকে একতলীয় ক্ষেত্র (plane figure) বলে। একখানি পাতলা কাগজের উপরে যে-কোন আকারের চিত্র আকিলে তাহাকে একতলীয় ক্ষেত্র বলা যাইবে। কাগজে কাটা জ্যামিতির ত্রিভুজ, বর্গক্ষেত্র, আয়তক্ষেত্র, বহুভুজ, প্রভৃতি একতলীয় ক্ষেত্রের নির্দর্শন। ইহাদের আয়তন বা ক্ষেত্রফল (surface area) আছে, কিন্তু গভীরতা (depth) নাই।

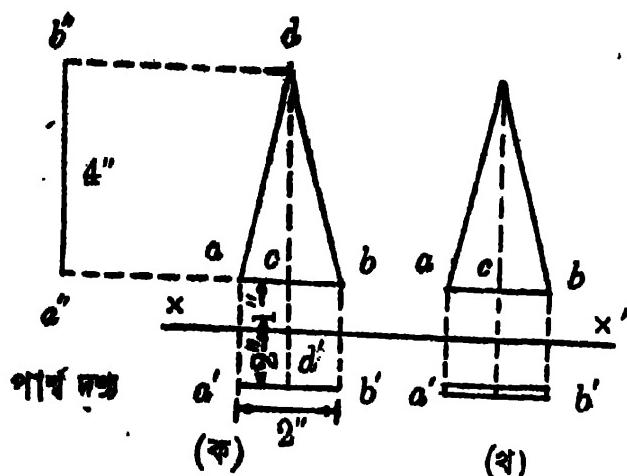
ত্রিভুজের প্রক্ষেপ :

কোন সমবিবাহ ত্রিভুজ ভূমিরেখা হইতে $1"$ ইঞ্চ উপরে এমন ভাবে রূপিত আছে যে, উহার আধার (base) ভূমিরেখার সহিত সমান্তরাল; আধারের দৈর্ঘ্য $2"$ ইঞ্চ, ও ত্রিভুজের উর্ধ্বাধঃ উচ্চতা (vertical height) $4"$ ইঞ্চ। ত্রিভুজটি উর্ধ্বাধঃ-তল হইতে $2"$ ইঞ্চ দূরে অবস্থিত, ও উহার তল (plane) উর্ধ্বাধঃ-তলের সমান্তরাল।

XX' -রেখার $1"-$ ইঞ্চ উপরে, উহার সমান্তরালে $2"-$ ইঞ্চ দীর্ঘ ab -রেখা [চিত্র নং 113 (ক)] ত্রিভুজের আধার; উহার মধ্যবিন্দু c হইতে $4"$ ইঞ্চ উচ্চ তল cd উভোলন করিয়া ad ও bd সংযুক্ত করায় adb সমবিবাহ ত্রিভুজ ব্যক্তি হইয়াছে।

এখন a ও b বিন্দুসম্ম হইতে XX' -রেখারও $2"$ ইঞ্চ মীচে পর্যন্ত প্রক্ষেপ টানিয়া a' ও b' ঘোগ করিলে ত্রিভুজের প্রস্তৱ চিত্র সম্পূর্ণ হইবে। চিত্র হইতে

দেখা যাইবে, তিভুজেৰ প্র্যানে $a'b'$ -এৰ দৈৰ্ঘ্য $2"$, এবং যদি উহাৱ পাশেৰ চিৰ



চিৰ নং 113

অক্ষিত কৰা থাম, তবে উহা
এক উৰ্ধ্বাধঃ সমলুকেখা
($a''b''$) হইবে ও উহাৰ দৈৰ্ঘ্য
 $4"$ ইঁক হইবে।

[জষ্ঠ ব্যঃ এমত ল
ক্ষেত্ৰেৰ গভীৰতা নাই বলিয়া
প্র্যান-এৰ (ক)-চিৰে উহা
মাত্ৰ $a'b'$ -ৰেখাৰ দ্বাৰা সূচিত
হইয়াছে; কিন্তু যদি বিন্দু-

মাত্ৰ গভীৰতা (thickness or depth) থাকিত, তবে চিৰ (figure) আৱ
“একতলীয়” থাকিত না; তখন তাহাকে “ঘনক্ষেত্ৰ” বলা হইত, আৱ
তখন তাহাৰ প্র্যান (খ)-চিৰেৰ মত হইত]

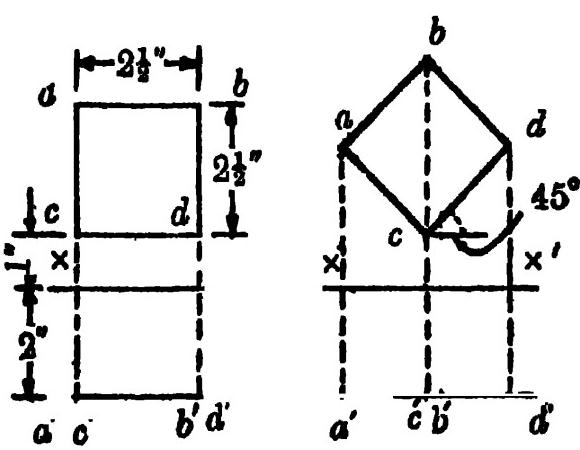
বৰ্গক্ষেত্ৰেৰ প্ৰক্ৰিয়া :

সম্পোজ্য 1.

যদি $2\frac{1}{2}$ "-ইঁক বাছবিশিষ্ট বৰ্গক্ষেত্ৰেৰ একটি বাছ ভূমিৱেখা হইতে
1" ইঁক উপৱে, উৰ্ধ্বাধঃ-ডলেৱ সমাস্তৱালে, ও উহা হইতে 2" ইঁক
দুৱে অবস্থান কৱে, তবে

(i) তাহাৰ পুৱোদৃশ্য ও প্র্যান অক্ষিত কৰ।

অঙ্কন : $2\frac{1}{2}$ "-ইঁক বাছ
বিশিষ্ট একটি চতুৰ্ভুজ বৰ্গক্ষেত্ৰ
 $acdb$, XX' -ৰেখাৰ $1"$ ইঁক
উপৱে এমনভাৱে অক্ষিত কৰ,
যাহাতে উহাৰ cd -বাছ XX' -
ৰেখাৰ সমাস্তৱালে থাকে।
এইবাবে উহাৰ c ও d বিন্দু
হইতে প্ৰদেশ-ৰেখা XX' -ৰেখাৰ



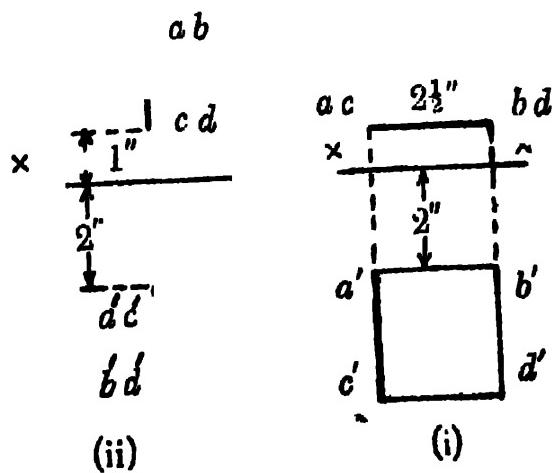
চিৰ নং 114

২" ইঁক নীচে পর্যন্ত লাইত কর। এখন একতলীয় ক্ষেত্রে (plane figure) বেধ (thickness) নাই বলিয়া, ভূমিরেখা হইতে ২" ইঁক নীচে পর্যন্ত যে দুইটি প্রক্ষেপ-রেখা আকা হইয়াছে, তাহাদের অগ্রভাগ স্পর্শ করিয়া এক শয়ান রেখা $a'c'b'd'$ অঙ্কিত কর ; ইহাই এই বর্গক্ষেত্রের প্র্যান।

(ii) যদি বর্গক্ষেত্রের পুরোনৃশ্চে cd -বাহ ভূমিরেখা XX' হইতে 45° -ডিগ্রিতে আনত থাকে, তবে তাহার প্র্যান অঙ্কিত কর।

অঙ্কন : প্রথমে XX' -ভূমিরেখা অঙ্কিত করিয়া, উহা হইতে ১" উর্ধ্বে অবস্থিত c -বিন্দু হইতে 45° -ডিগ্রি আনতিতে $acdb$ বর্গক্ষেত্রের ২½"-ইঁক দীর্ঘ cd বাহ অঙ্কিত কর, ও তাহার উপরে $cdba$ এক বর্গক্ষেত্র গঠন কর। এইবাবে XX' -ভূমিরেখার ২"-ইঁক নীচে, ও উহার সমান্তরালে এক সরলরেখা অঙ্কিত করিয়া পুরোনৃশ্চের a , (cb) ও d হইতে ঐ রেখার উপরে, যথাক্রমে, a' , ($c'b'$), ও d' , এই প্রক্ষেপ-রেখাগুলি পাতিত কর ; তাহা হইলে এই $a'c'b'd'$ রেখা ঐ চতুর্ভুজের প্র্যান হইবে [114 নং চিত্রের ডানপার্শের দৃশ্য]।

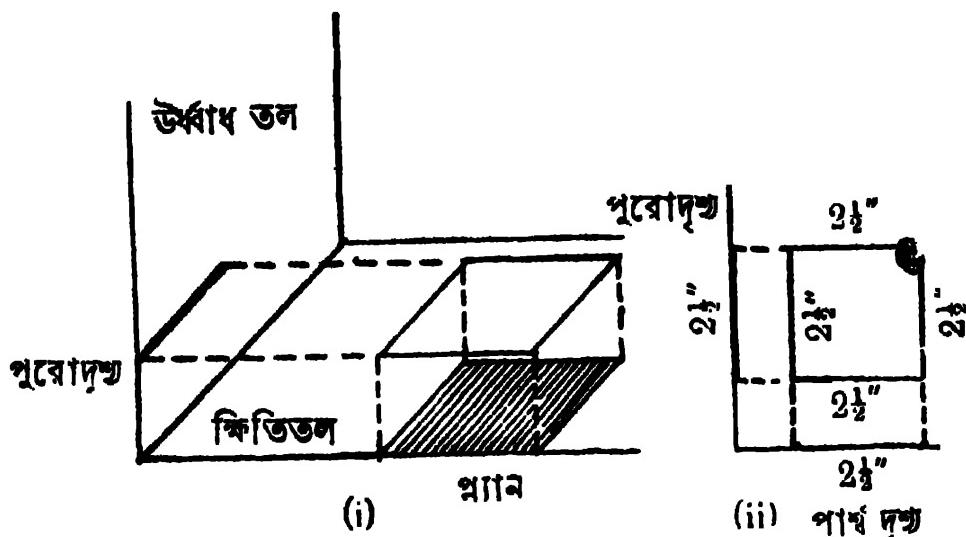
(iii) যদি উপরের বর্গক্ষেত্রকে XX' -ভূমিরেখার ১" ইঁক উপরে ও উপর্যুক্ত ভলের লম্বত্বাবে এবং উহা হইতে ২"-ইঁক দূরে রাখা যায়, তবে তাহার পুরোনৃশ্চেও প্র্যান অঙ্কিত কর।



চিত্র নং 115

[জষ্ঠব্য : এ প্রশ্নের সমাধানে দুইটি চিত্র হইতে পাই। প্রথম, বর্গক্ষেত্রটি উর্ধ্বাধঃ-ভলের লম্বত্বাবে অবস্থিত বটে, কিন্তু ভূমিতলের সমান্তরালে অবস্থিত ;

আর দ্বিতীয় ক্ষেত্রে, বর্গক্ষেত্রটি উর্ধ্বাধঃ তল ও ভূমিতল, দ্রুবেরই লম্বভাবে
অবস্থিত। পার্শ্ব-দৃশ্য [চিত্র নং 115 (i) ও (ii)] হইতে ইহা স্পষ্ট প্রতীয়মান
হইবে] ।



অক্ষেপ করিলে একতলীয় চিত্র (Plane figure)-কে দেখন দেখায়, তাহার দৃশ্য ।

•
চিত্র নং 116

অঙ্কন : (a) [চিত্র নং 115 (i)] ; প্রথমে ভূমিবেধ অঙ্কিত করিয়া, উহা
হইতে 1" ইঞ্চ উপরে ও উহার সমান্তরালে ২½" ইঞ্চ দৈর্ঘ্যের $ac - bd$ সরলবেধে
ঐ বর্গক্ষেত্রের পুরোদৃশ্য হিসাবে অঙ্কিত কর। এইবাবে ঐ বেধের দুই প্রান্ত
হইতে দুইটি অক্ষেপ রেখা, XX' -রেখা ভেদ করিয়া ২"-ইঞ্চ নীচে পর্যন্ত বর্ধিত
কর ; ইহার দুই প্রান্তবিন্দু স্পর্শ করিয়া XX' -রেখার সমান্তরালে একটি রেখা
টানিলে তাহা $a'b'$,—অর্থাৎ চতুর্ভুজ ক্ষেত্রের এক বাহু হইবে। অতঃপর
অক্ষেপ-রেখা দুইটিকে আরও ২½" ইঞ্চ বর্ধিত করিলে c' ও d' কোণসম্ম পাওয়া
যাইবে ; এবং এই দুইটিকে সংযুক্ত করিলে চতুর্ভুজের আর একটি বাহু $c'd'$
পাওয়া যাইবে। সর্বশেষে c' ও c' এবং b' ও d' বিন্দু-সকল যোগ করিলে
 $a'b'c'd'$ চতুর্ভুজ প্র্যান-হিসাবে পাওয়া যাইবে ।

(b) [চিত্র নং 115 (ii)] ; এ ক্ষেত্রে চতুর্ভুজের সমতল (plane) উর্ধ্বাধঃ-তল
ও ভূমিতল উভয়ের লম্বভাবে থাকিবে বলিয়া, চতুর্ভুজের উচ্চতা বা 'বেধ',
(যাহা অক্ষেত্রে একটি রেখা মাত্র), তাহাই পুরোদৃশ্য ও প্র্যানে দেখা যাইবে ।

অতএব প্রথমে XX' -ভূমিরেখা অঙ্কিত করিয়া, তাহা হইতে $1''$ -ইঞ্চ উপরে $2\frac{1}{2}''$ ইঞ্চ লম্বা একটি সরলরেখা মাত্র চিত্রের পুরোদৃশ্য হইবে। এইবাবে ঐ রেখা হইতে প্রক্ষেপ-রেখা ভূমিরেখা ডেন করিয়া $2''$ ইঞ্চ বাড়াইয়া দাও, ও তাহাকে আরও $2\frac{1}{2}''$ -ইঞ্চ দীর্ঘ কর। ইহাই হইল প্র্যান।

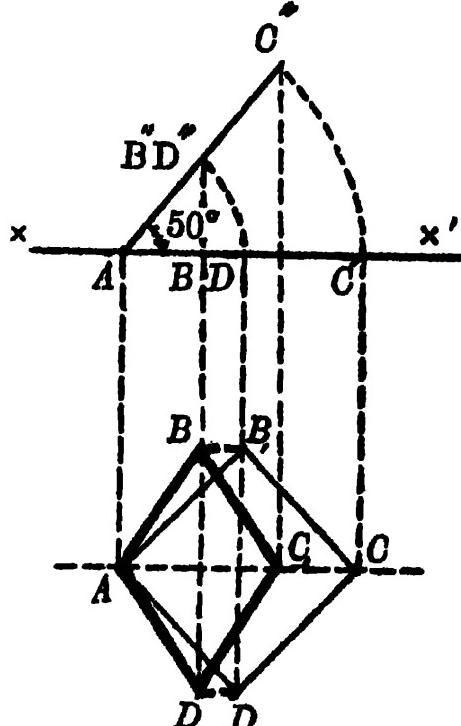
সম্পাদন 2.

কোন বর্গক্ষেত্রাকার ঘূড়ির কর্ণ ও 3.525 ইঞ্চ দীর্ঘ; ঘূড়িখালি উহার এক কর্ণের উপর তল দিয়া মেঝের সঙ্গে 50° -জিঞ্চি আনতিতে অবস্থান করিতেছে; উহার তল উধর্ধাখণ্ড-তলের অনুলম; অবস্থায় ঐ ঘূড়ির পুরোদৃশ্য ও প্ল্যান অঙ্কিত কর।

ঘূড়ি বর্গক্ষেত্র বলিয়া, এবং পাত্লা কাগজের বলিয়া, উহা একতলীয় ক্ষেত্র বলিয়া গণ্য। এখন প্রথমে
এই বর্গক্ষেত্রের বাহ নির্ণয় করিয়া,
তাহার প্র্যান অঙ্কি কর।

$$\begin{aligned}\text{বর্গক্ষেত্রের কর্ণ} &= \sqrt{2} \times \text{বাহ} \\ &= 1.41 \times \text{বাহ} \\ \therefore \text{বাহ} &= \frac{3.525}{1.41} = 2.5 \text{ ইঞ্চ};\end{aligned}$$

স্বতরাঃ এক XX' -ভূমিরেখা অঙ্কিত করিয়া, তাহা হইতে নৌচে ও তাহার সমান্তরালে 3.525 ইঞ্চ লম্বা ঘূড়ির কর্ণ AC অঙ্কিত কর, ও সেই কর্ণের উপর $2\frac{1}{2}''$ -ইঞ্চ বাহ-যুক্ত $A B_1 C D$ বর্গক্ষেত্র অঙ্কিত কর (সরল
রেখার বর্গক্ষেত্র)।



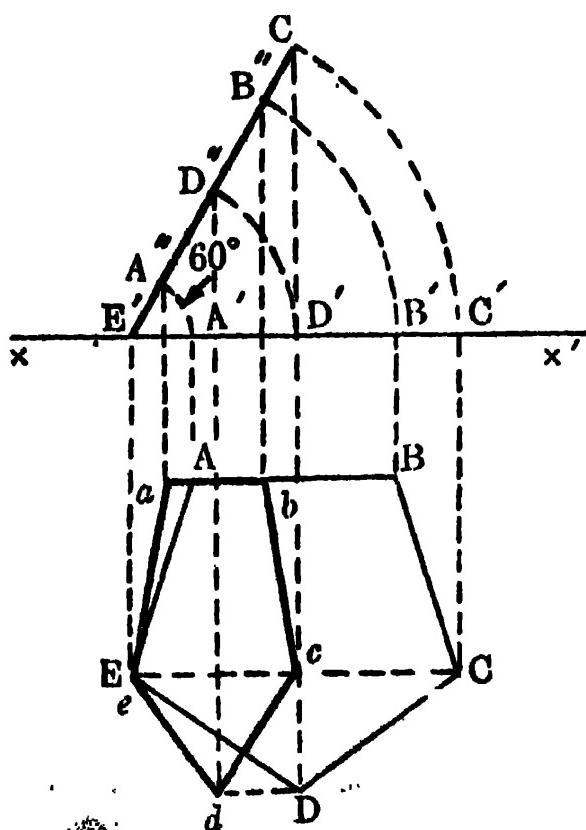
চিত্র নং 117

এই চারি বিন্দু A, B_1, C, D হইতে ভূমিরেখার উপর প্রক্ষেপ-রেখা উৎসোলন কর। এই রেখা AC -রেখারই সমান দীর্ঘ,—স্বতরাঃ ইহা XX' -রেখার উপরে ঘূড়ির পুরোদৃশ্য। এখন এই ঘূড়ির কর্ণ ভূমিরেখার সহিত 50° -জিঞ্চিতে আনত
করিয়া, AC' রেখার সহিত 50° -জিঞ্চিতে এক রেখা টানিয়া, A -বিন্দুকে কেন্দ্ৰ

কৰিয়া, AD ও AC' -কে ব্যাসার্থ লইয়া দুইটি এমন চাপ অঙ্কিত কৰ যাহাতে তাহারা AC'' রেখার সহিত মিলিত হয়। অতঃপর $B''D''$ ও C'' হইতে ভূমিতল (horizontal plane)-এ প্রক্ষেপ-রেখা টান, ও XX' -রেখার উপরে বত প্রক্ষেপ-সকল বিন্দু পাওয়া গিয়াছে, তাহাদের নীচে নামাইয়া দাও। এখন B_1 হইতে B ও D হইতে D ,—এই দুই রেখা কৰ্ণ-রেখার সমান্তরালে অঙ্কিত কৰিয়া B_1 , ও D বিন্দুসম নিরূপণ কৰ; সর্বশেষে ABC_1DA , মেঝে কৰিয়া 50° -ডিগ্রি আনতিতে ঘূড়ির প্ল্যান সম্পূর্ণ কৰ (মোটা রেখার অঙ্কিত)।

সম্পাদ্য ৩.

১'৫"-ইঞ্চি দীৰ্ঘ বাছবিশিষ্ট এক সম-পঞ্চভুজ ভূমিতলের উপরে 60° -ডিগ্রি আনতিতে ও উপর্যুক্তভাবে দৌড়াইয়া আছে; তাহার এক বাছ ভূমিরেখার সমান্তরাল। ইহার পুরোদৃশ্য ও প্ল্যান অঙ্কিত কৰ।



চিত্ৰ নং 118।

অঙ্কনঃ প্রথমে XX' -রেখার তলদেশে ও উহার সমান্তরালে $1'5"$ -ইঞ্চি দীৰ্ঘ একটি সরলরেখা, AB , সম-পঞ্চভুজের একবাছ হিসাবে অঙ্কিত কৰ, এবং উহার নীচের দিকে সম-পঞ্চভুজ $ABCDE$ গঠন কৰ। ইহার গঠন-পুণ্যালী পূর্বে বলা হইয়াছে।

XX' -রেখার উপরে পুরোদৃশ্য $E'C'$ অঙ্কিত কৰ।

এইবাবে এই $E'C'$ রেখাকে 60° -তে ঘূরাইয়া দাও, ও $E'C''$ -কে $E'C'$ -এর সমান কৰ; এবং XX' -রেখার উপরে প্ল্যানের

উভয় ভিন্ন কোণের বিন্দুগুলির (ধৰা A', E', D', C', B')-ও প্রক্ষেপ নির্দেশ কৰ,—

E'-কে কেন্দ্র করিয়া A', D', প্রতিকে ব্যাসার্ধ করিয়া, এক এক চাপ E'C
পর্যন্ত টান।

অন্তর, যে যে বিন্দুতে ঐসব চাপ E'C" রেখাকে স্পর্শ করিল, তথা হইতে
এক এক প্রক্ষেপ-রেখা ভূমিতল পর্যন্ত নামাইয়া দাও; B"-বিন্দু হইতে প্রক্ষেপ-
রেখা যে বিন্দুতে প্র্যানের AB-রেখাকে স্পর্শ করিয়াছে, ততদূর (অর্থাৎ ab)
বর্ষ্ণ, আনত-পঞ্চভূজের বাহু।

প্র্যানের EC খোগ কর; এবং C" হইতে যে প্রক্ষেপ-রেখা নামিয়া
আসিয়াছে, তাহার ও ইহার ছেদ-বিন্দু পর্যন্ত এক খেখা টানিয়া আনত পঞ্চভূজের
bc-বাহু অঙ্কিত কর।

E'-বিন্দু ভূমিরেখা স্পর্শ করিয়া আছে বলিয়া, ঐ বিন্দুর প্রক্ষেপের কোন
পরিবর্তন হইবে না; তাই প্র্যানে E-বিন্দুই e-বিন্দু। ee খোগ কর।

অতঃপর D" হইতে এক প্রক্ষেপ-রেখা নামাইয়া, পূর্ণকার পঞ্চভূজের D-
বিন্দু হইতে এক অচূমিক রেখা বামদিকে টানিয়া d-বিন্দু নির্দেশ কর,
আর ee ed cb সংযুক্ত কর।

ইহাই 60° -ডিগ্রি আনতিতে পঞ্চভূজের প্র্যান, আর E'C" ইহার পুরোদৃশ্য।

ঘন-বস্তুর প্রক্ষেপ

ঘন-বস্তু নানা আকারের। বিভিন্ন বস্তুর অংশ, কল-কঙ্গা ও যন্ত্রের অংশ,
ইমারত প্রতিকর অংশ-হিসাবে, ঘন-বস্তুর আকৃতি অগণিত প্রকার ও জটিল; কিন্তু
সে সমস্তই কয়েকটি প্রধান প্রধান আদর্শ-আকৃতির সমাবেশ মাত্র। সেই আদর্শ-
গুলি প্রধানতঃ ঘনক (cube); উপঘনক (prisms of different types);
ত্রিকোণ ঘনক (triangular prisms); পিরামিড (pyramids) বা শিখর;
চতুর্ফলক (tetrahedrons); বহুতলক বা বহুফলক (polyhedrons); বর্তুল
(spheres); শঙ্ক (cones); ইত্যাদি, ইত্যাদি। অতএব এখানে এইকপ
কয়েকটি আদর্শ-আকারের ঘন-বস্তুর প্রক্ষেপ প্রতিক সমস্তেই আলোচনা করা
হইবে।

. ঘন-বস্তু গুলিকে নানা ভাবে বিশ্লাস করিয়া তাহাদের প্রক্ষেপ-দৃশ্য অঙ্কুশন

कवा याहिते पारे ; वेमन, वज्रशिल्पके भूमितलेव उपरे याहिया, किंवा भूमितल हिते हेलायीया याखा याहिते पारे ; आर तथा ताहादेव उर्ध्वाधः-समतल (face) उलि उर्ध्वाधः-तलेव (vertical plane-एव) समान्तराले, किंवा ये-कोन आवति वा ऊर्ध्वाधिते आवति वा ऊर्ध्व धाकिते पारे । अखदा ताहादेव ये-कोन कोणे याखाओ चलिते पारे ।

सम्पाद्य १.

कोन अक्षके भूमितल (horizontal plane)-ए एमनडाबे प्रयाणी आहे ये, ताहार तुई उर्ध्वाधः-पौर्व (vertical plane), उर्ध्वाधः-तल (vertical plane)-एव समान्तराल ओ अपर तुई पौर्व उर्ध्वाध आवृत्तिक (perpendicular) ताबे आहे ; उहादेव प्रयाण ओ पुरोदृश्य अकित करू :

अक्षम : XX'-भूमिरेखा अकित करिया ताहार नीचेर दिके ABCD,—एवन एक वर्गक्षेत्र अकित कर याहार AB वा DC रेखा XX'-रेखार समान्तराल, एवं AD ओ BC पार्श्वय उर्ध्वाधः-तलेव अमुलव्वताबे अवस्थित । येहेतु घनक छव्वति समतलेव समवाये गठित एवं समतलगुलि (faces)-उहार समकोणे अवस्थित, से कारणे घनकेव प्रयाण ओ एक वर्गक्षेत्र, एवं ताहार पुरोदृश्य ओ ये-कोन पार्श्व-दृश्य, सवइ वर्गक्षेत्र । ताई ABCD-प्रानेव घनकेव पुरोदृश्य $dcc'd'$ [चित्र नं 119 (1)] ।

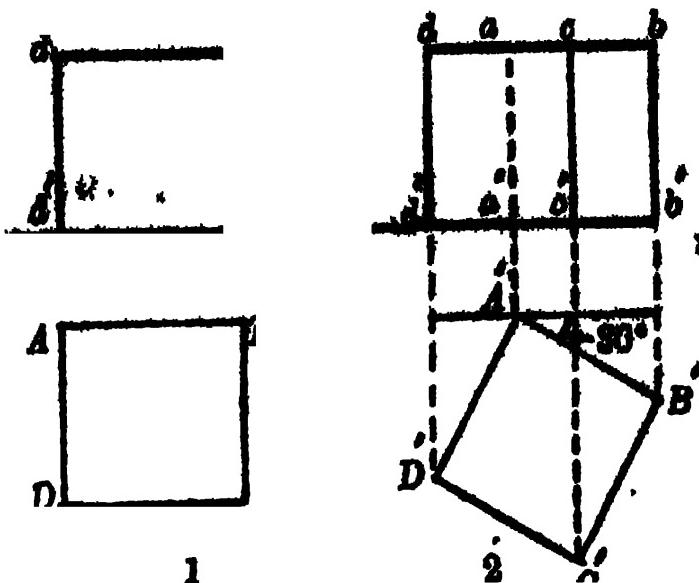
सम्पाद्य २.

भूमितल (horizontal plane)-ए घनक एमनडाबे आपित आहे ये, ताहार एक उर्ध्वाधः-तल (vertical face) XX'-रेखार सहित 30° -डिग्री आवतिते अवस्थित ; इहार प्रयाण ओ पुरोदृश्य अकित करू ।

अक्षम : [चित्र नं 119(2)], XX'-बेखा हिते किछु नीचे, ओ उहार सहे 30° -डिग्री आवतिते घनकेव एक पार्श्व A'B' याओ, ओ प्रयाण-हिसाबे वर्गक्षेत्र अकित करू ; एইवाब अत्येक कोर्णीव विळू A', B', C', एवं D' हिते

প্রক্ষেপ

XX' -রেখা পর্যন্ত প্রক্ষেপ-রেখা উজ্জ্বলন কর এবং তাহাদের অত্যুক্তি $a'a$, $c'c$, $b'b$, অথবা, $d'd$ -কে $A'B'$ -রেখার সমান করিয়া বর্ণিত কর, এ উহাদের উপর আঙ্গ-সকল স্পর্শ করিয়া এক সরল রেখা $daacbd$ অঙ্কিত কর তাহা হইলে $a'a'c'b'baad$ চিহ্নটি ঘনকের পুরোঙ্গুণ হইবে। এখানে বুঝিয়ে



ঘনকের প্রক্ষেপ (Projection of a Cube)

চিত্র নং 119

হইবে, যেহেতু প্র্যানের নীচের দিক হইতে দেখিলে প্র্যানের A' -কোণ দর্শকের চক্ষের আড়ালে পড়িবে, তাই $a'a$ শিরটি ফুটকি ফুটকি রেখায় অঙ্কিত হইবে।

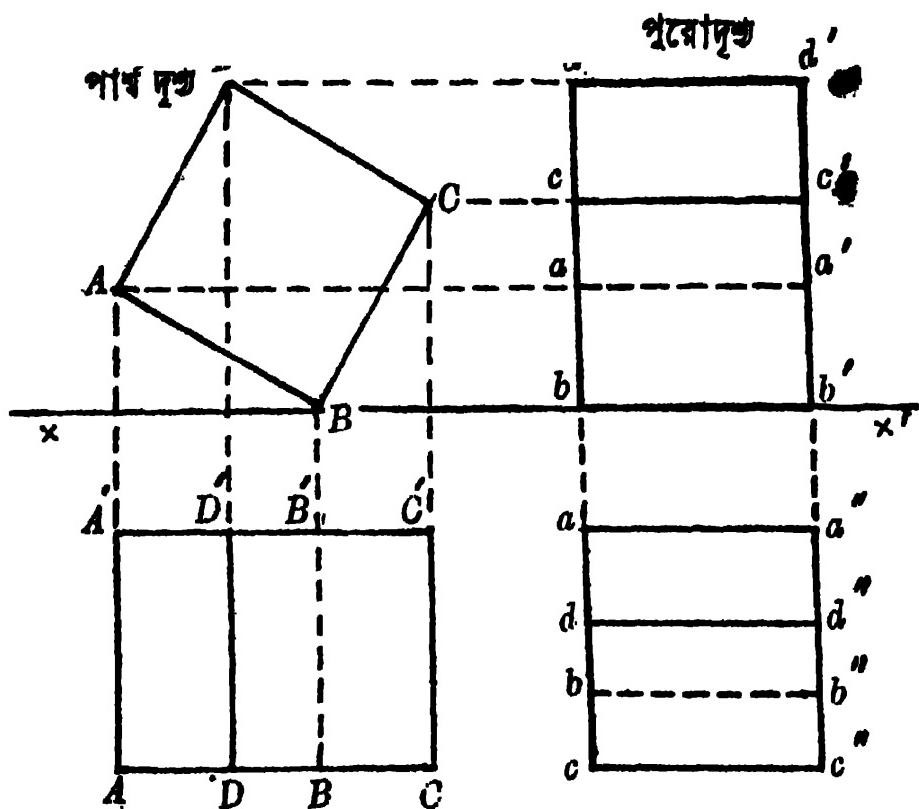
জষ্ঠব্য : যদি পুরোঙ্গুণে ঘনকটি XX' -রেখার সহিত কোন আনতিতে আনত থাকে, তবে তাহার প্র্যান ও পুরোঙ্গুণের অঙ্গন-প্রক্রিয়াও অঙ্গুরণ হইবে।

সম্পূর্ণ ৩

যদি কোন ঘনক তাহার এক শির বা কোণীয় রেখা (edge)-এর উপরে এমনভাবে ঢাকাইয়া থাকে যে, সেই কোণীয় রেখাটি ভূমি-রেখার সমান্তরাল, অথচ তাহার এক পার্শ (face) ভূমিকলের সহিত 60° -জিয়িতে আনত, তবে তেমন অবস্থানে ঘনকের পুরোঙ্গুণ ও প্র্যান অঙ্কিত কর।

[জটিল : ঘনকের এই অবস্থান উহার বে-কোন এক পার্শ-দৃশ্য (side-elevation) হইতে সম্যকক্ষণে দরবন্ধম হইবে] ।

অক্ষ : প্রথমে পার্শ-দৃশ্য অবস্থিত করিলে ঘনকের অবস্থান পরিষ্কার ভাবে অন্তর্ভুবে আসিবে। তাহা হইতে উহার প্র্যান সহজে বুঝা যাব। পার্শ-দৃশ্যের প্র্যান



প্র্যান

চিত্ৰ নং 120

দেখ)। এইবার পার্শ-দৃশ্যের D , C , ও A -বিন্দু হইতে শৱান প্রক্ষেপ-রেখা টানিয়া ভানপাশের পুরোদৃশ্য পাওয়া গিয়াছে; স্পষ্ট বুঝা যাইবে, এই পুরোদৃশ্য (অর্ধাৎ পার্শ-দৃশ্যকে ভানদিক হইতে দেখিলে), cc' -কোণীয় রেখা মেখা যাইবে, এবং cc' -কোণীয় রেখা আড়ালে পড়িবে; তাই ঘনকের আনত অবস্থার পুরোদৃশ্য ভানদিকের চিত্রে মেখান'-বত হইবে। এইবার উহার প্র্যান অবিত করিতে হইলে, aa'' -কোণীয় রেখা সর্বোপরে যাইবে, তাহার পর dd'' , তাহার-নৌচে bb'' , (ফুটকি ছুটকি), ও সকলের নৌচে cc'' থাকিবে।

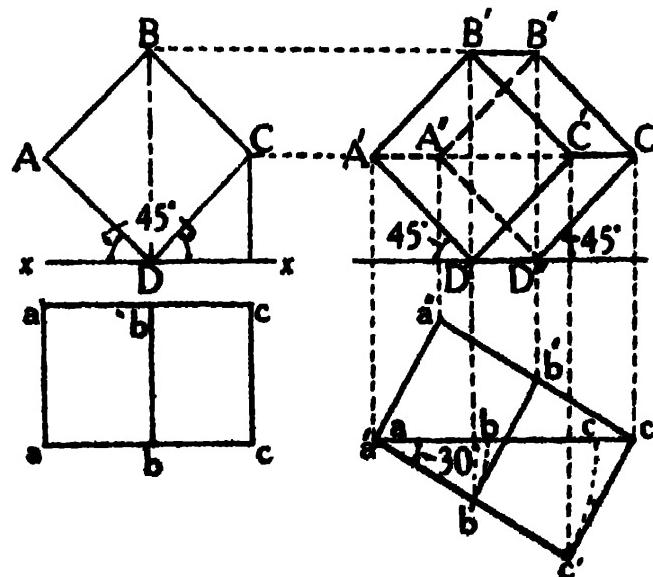
চতুর্ভুজক এবং বহুভুজক (tetrahedrons as well as polyhedrons)-দের ক্ষেত্রেও এই পদ্ধতি অবলম্বন করিতে হয়।

যনকেব্র বে প্রক্ষেপগুলি 'ইতিপূর্বে দেখান' হইল, তাহাতে সকলেরই এক পার্শ্ব (one face), বা কোন-এক কৌণীয় রেখা, কোন তল (plane)-এর সমান্তরালে, অথবা তাহারই উপরে স্থাপিত, আর অন্য আনুভবিকভাবে (on another perpendicular plane) তাহাদের প্র্যান ও পুরোনোগানি অঙ্কন করার প্রভেদ দেখান' হইয়াছে। কিন্তু অনেক স্থলে তাহাদের বে-কোন কৌণীয়-অবস্থানে অবস্থিত তল (on a plane inclined at any angle to the plane of reference)-এর প্র্যান ও পুরোনোগান,—এমন কি কর্তৃত পুরোনোগান (sectional elevation)-ও প্র্যান অঙ্কন করার আবশ্যিকতা বোধ প্রাপ্তি করা হয়। এই কারণে এমন একটি কাল্পনিক অবস্থানের বিষয় বলা যাইতেছে।

সম্পাদ্য 4

(d) কোন ঘনককে তাহার এক কৌণীয় রেখা (edge)-এর উপরে এমন ভাবে ঢাঁড় করাইয়া রাখা হইয়াছে বে, তাহার একটি কর্ণ ঠিক উর্ধ্বাধঃ, ও অপরটি অনুভূমিক। এখন যদি তাহার অপর সকল অবস্থানকে অপরিবর্তিত রাখিয়া, মাত্র অক্ষ (axis)-কে 30° -ডিগ্রি ঘূরাইয়া দেওয়া যায়, তবে তাহার প্র্যান ও পুরোনোগান কি হইবে?

অন্তর্ভুক্ত: প্রথমে উর্ধ্বাধঃ-তল ও শমান তলকে বামপার্শের দুটোর মত অঙ্কিত করিয়া। যনকের কোন এক কৌণীয় রেখা (edge)-কে XX'-ভূমিকার উপর এমন ভাবে স্থাপন কর বাহাতে



সাধারণ ষষ্ঠি-শিল্প ও অঙ্কন

কর্ণ BD ঠিক উর্ধ্বাধঃ ভাবে থাকে,—অর্থাৎ $\angle ADX$ ও $\angle CDX'$ দুইই 45° -ডিগ্রি করিয়া থাকে ; এই অবস্থায় ঘনকের প্র্যানের অঙ্কিত কর। এইবাবে ডানপার্শের চিত্রে যেমন অঙ্কিত করা হইয়াছে, তেমনভাবে প্রথম ভূমিতেখাঁ 30° -এর সমতুল্যের আৱ একটি ভূমিতেখাঁ টান, ও প্র্যানের শয়ান রেখা abc -র সমতুল্যের আৱ একটি শয়ানতেখা $a'c'$ টান, ও প্র্যানের ab ও bc অংশ দুইটির সমন্বয় করিয়া, এই $a'c'$ -তেখাঁ উপরেও ab ও bc বসাও। অন্তর মুহার সহিত 30° -ডিগ্রি আনতিতে একত্রেখা টান। এইবাবে a -কে কেন্দ্র আৱ $a'b$ -কে ব্যাসাধ লইয়া bb' চাপ অঙ্কিত কর, এবং এই a -কেন্দ্র হইতে ac -কে ডাসাধ লইয়া আৱ একটি চাপ cc' অঙ্কিত কর। ঘনককে 30° -ডিগ্রি ঘূরান'র পৰে b' ও c' বিন্দুসম্ম b ও c -এর অবস্থান-বিন্দু। অন্তর $a'b'c'$ আধারের উপরে বামপার্শের চিত্রের ঘনকের প্র্যানের অনুকূপ আৱ এক প্র্যান অঙ্কিত কর। ইহাদের $a'b'c'$ - $a''b''c''$ নাম দাও।

এখন পার্শ্ব-চিত্রের পুরোদৃশ্যের B , AC , এবং D -বিন্দু হইতে তথা অনুভূমিক প্রক্ষেপ-রেখা টান, এবং ডানদিকের প্র্যানের a (বা a') হইতে উর্ধ্বাধঃ aA' প্রক্ষেপ-রেখা উভোলন করিয়া, $A-C$ হইতে প্রক্ষেপিত শয়ান রেখার সহিত যে ছেদ-বিন্দু পাওয়া গেল, তাহার A' নাম দাও। নৃতন অবস্থানে ইহাই ঘনকের এক কোণীয় বিন্দু। এইবাবে প্র্যানের b' ও b'' হইতে এক এক উর্ধ্বাধঃ-প্রক্ষেপ-রেখা উভোলন করিয়া, তাহাদের একেবাবে বামপার্শের চিত্রের সর্বোচ্চ-বিন্দু B হইতে প্রক্ষেপিত শয়ান-রেখার সঙ্গে ছেদ কৰাও, এবং ডানদিকের চিত্রে প্রদৰ্শিত-মত B' ও B'' -বিন্দু নির্দেশ কর। সেইকূপ $a'c'$ -এর c' হইতে উভোগিত রেখার সহিত C হইতে প্রক্ষেপিত শয়ান-রেখার ছেদবিন্দুকে C' নাম দাও। এখন $A'B'C'D'$ যোগ কৰিলে যে একটি চতুর্ভুজ পাওয়া যাইবে, তাহা নৃতন অবস্থানে $ABCD$ -র পুরোদৃশ্য। এইবাবে ডানদিকের চিত্রের প্র্যানের $a''b''c''$ বিন্দু তিনটি হইতে উর্ধ্বাধঃ প্রক্ষেপ টানিয়া, যথাক্রমে, A'' , B'' , ও C'' বিন্দু তিনটি নির্ণয় কর। এইবাবে $B'D'$ প্রক্ষেপ-রেখার সমাঞ্জরালে B'' হইতে ভূমিতেখাঁ উপরে প্রক্ষেপ-রেখা পাত কৰিলে D'' -বিন্দু পাওয়া যাইবে। আংশিক ফুটকি ফুটকি রেখার আৱ একটি চতুর্ভুজ গঠন কর ; এইটি নৃতন অবস্থানে ঘনকের পিছনপিঠের পার্শ্ব-তলের পুরোদৃশ্য। সর্বশেষে, $B'B''$, $C'C''$ এবং $D'D''$

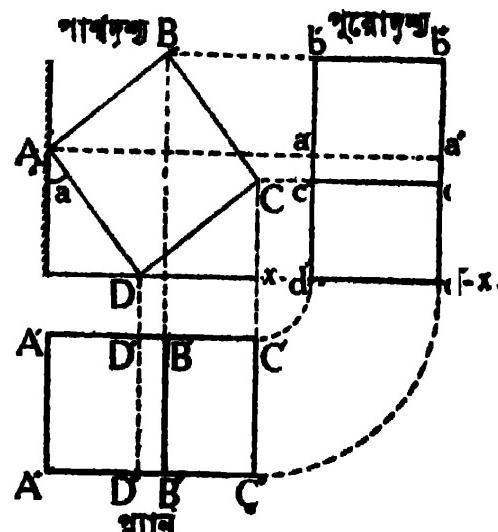
বেধাগুলি ফুটাইয়া দাও। ইহাই 30° -ডিগ্রি কোণে অবস্থিত ঘনকের পুরোঙৃষ্টি হইবে।

অসম্পূর্ণ ৫

(e) কোন অন্য তাহার এক কোণীয় রেখা (edge)-এর উপরে স্থানিয়া উর্ধ্বাধঃ-ভঙ্গের সহিত $\angle a$ -তে আনত অবস্থায় আছে; ঘনকের পুরোঙৃষ্টি ও প্ল্যান অঙ্কিত কর।

অঙ্কন : স্ববিধামত কোন এক দৈর্ঘ্যের বাহ লইয়া প্রথমে পার্শ্ব-দৃষ্টে ঘনকের অবস্থান অঙ্কিত কর। এইবার পুরোঙৃষ্টের অন্ত A, B, C ও D-বিন্দু হইতে শয়ান প্রক্ষেপ-রেখা, এবং প্ল্যানের অন্ত ঐ ঐ বিন্দু সকল হইতে উর্ধ্বাধঃ প্রক্ষেপ-রেখা-পাত কর। পুরোঙৃষ্টের অন্ত C-বিন্দু হইতে কোন এক স্ববিধামত দূরত্বে c' -বিন্দু গ্রহণ করিয়া এক উর্ধ্বাধঃ-রেখা অঙ্কিত কর। যে যে বিন্দুতে ঐ রেখা শয়ান প্রক্ষেপ-রেখা সকলকে কর্তন করিল, তাহাদিগকে a' , c' , a' ও b' চিহ্নে চিহ্নিত কর। অতঃপর ঘনকের ষে-কোন এক বাহু সমান দূরত্ব লইয়া $d'd''$, $c'c''$, $a'a''$ ও $b'b''$ কাঠিয়া লও, এবং $a'a''$ রেখাকে ফুটকি ফুটকি রাখিয়া, বাকী তিনটিতে অবিচ্ছিন্ন রেখা টান।

প্ল্যানের অন্ত, যে বিন্দুতে CC' উর্ধ্বাধঃ-রেখা প্রক্ষেপিত হইয়া ছায়ি-রেখাকে ছেদ করিয়াছে, সেই x -বিন্দুকে কেজু করিয়া cd' -কে ব্যাসার্ধ লইয়া এবং ঐ কেজু হইতে d'' পর্যন্ত দূরত্বকে ব্যাসার্ধ করিয়া C' ও C'' -বিন্দু লাভ করিয়া, ঐ দুই বিন্দু হইতে $C'B'D'A'$, এবং $C''B''D''A''$, এই দুই শয়ান রেখা অঙ্কিত কর; আবর যে যে বিন্দুতে ঐ দুই রেখা উর্ধ্বাধঃ প্রক্ষেপ-রেখাগুলিকে কর্তন করিয়াছে, তাহাদিগকে সরল রেখার দ্বারা ঘুষ করিয়া, যাজ $D'D''$ রেখাকে ফুটকি ফুটকি রাখিয়া দাও।

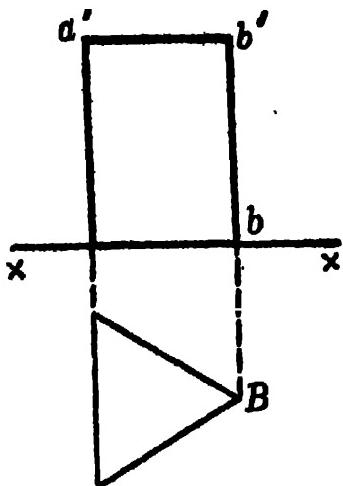


চিত্র নং ১২২

त्रिकोण प्रिज्मेर प्रक्षेप (Projection of Triangular Prisms)

अभ्यास १

(a) कोन समवाह त्रिकोण प्रिज्मेर आधारेर एक बाहु उर्ध्वाधः-तलेर लष्टाबे आहे ; उहार पुरोदृश्य ओ प्र्याम अळित करा।



चित्र नं 123

उपर-सीमा a' ओ b' चिह्ने चिह्नित करा। एইवार a' ओ b' -के योग करिले वे आयतदेश पाओया याईवे, ताहाइ उहार पुरोदृश्य हीवे।

अभ्यास २

(b) $1\frac{1}{2}$ -इक्क बाहु ओ 45° डिग्रि शीर्षकोण-विशिष्ट कोन समविवाह त्रिकोण प्रिज्म एवन भाबे आहे वे, ताहार आधार-कलक भूमितलेर उपरे घापित, एवं एक त्रिकोणाकार ओऱ्ट उर्ध्वाधः-तलेर जहित 30° -डिग्रिते आनंद राहियाहे। प्रिज्मेर अळकेर दैर्घ्य $21''$ इक्क। एই अववाह प्रिज्मेर प्र्याम ओ पुरोदृश्य अळित करा।

अळन : प्रथमे 45° -भूमिरेखा टानिया, ताहार उपरे 45° -डिग्रि शीर्षकोण-विशिष्ट ओ $1\frac{1}{2}$ -इक्क दीर्घ बाहु-विशिष्ट एक समविवाह त्रिभुज ABC अळित करा। यथां प्र्याम प्रिज्मेर अळरेखा उर्ध्वाधः-तलेर समाप्तवाळ थाके, इहाइ तथनकार पार्श्व-दृश्य।

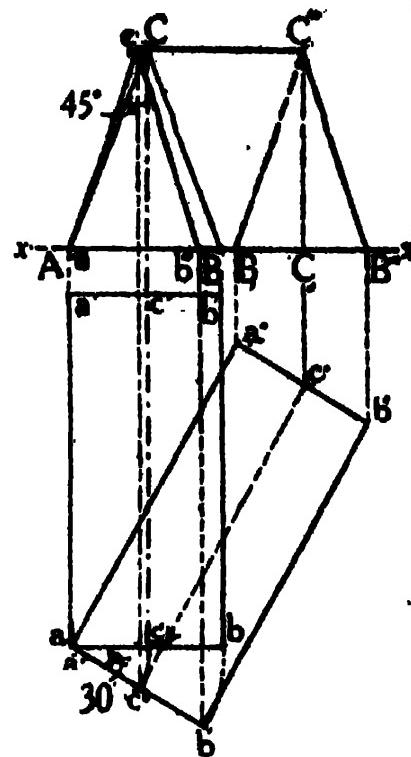
এইবাবে তাহার প্র্যান $a'c'b'b'c'a'$ অঙ্কিত কর। $c'c$ ইহার অক্ষরেখা।

অনস্তর ইহার নিম্ন প্রান্তভল ab -এ a -বিন্দুর

সহিত 30° -ডিগ্রি আনতিতে এক রেখা টান, এবং a -কে কেন্দ্র করিয়া এবং ac ও cb -কে স্থানাধ করিয়া দুইটি চাপ অঙ্কিত করিয়া, 30° -ডিগ্রি আনত অবস্থায় প্রিজমের অক্ষ বিন্দু c' , ও b -এর বশে b' -বিন্দু চিহ্নিত কর। অতঃপর $b'b'$ -আনত আধারের উপরে $2\frac{1}{2}''$ -ইঞ্চ দীর্ঘ আয়তক্ষেত্র $a'b'b''a''$, এবং উহার অক্ষরেখা $c''c''$ অঙ্কিত কর; ইহাই উর্ধ্বাধঃ-তলের সহিত 30° -ডিগ্রিতে আনত অবস্থার প্র্যান।

এইবাবে c', b', b'', c'' এবং c'' বিন্দুসকল হইতে প্রক্ষেপ-রেখা উভোগন কর। দেখা যাইবে, প্রিজমের শীর্ষবিন্দু C একটু বামে সরিয়া গিয়াছে। এখন C -বিন্দু হইতে CC''' এক অনুভূমিক রেখা টান, ও তাহাকে বামে c_1 পর্যন্ত বর্ধিত কর।

প্র্যানের a -বিন্দু ও a' -বিন্দুর অবস্থান একই; এইবাবে পুরোদৃশ্যে cc_1 এবং c_1b'' যোগ করিলে 30° -ডিগ্রিতে আনত অবস্থায় বাম প্রান্তের দৃষ্টি পাওয়া যাইবে। তেমনি, b'' হইতে প্রক্ষেপ-স্কেল বিন্দু B'' , এবং c'' হইতে প্রক্ষেপ-স্কেল বিন্দু B_1 -কে আধার করিয়া, অক্ষরেখাৰ উর্ধ্বঃবিন্দু c_1 হইতে পুরান-প্রক্ষেপ-স্কেল বিন্দু C''' -কে শীর্ষ করিয়া আৰ এক ত্রিভুজ অঙ্কিত কর। বুৰা যাইবে, এই ত্রিভুজের B_1C''' -রেখা পুরোদৃশ্যের আড়ালে ধাকিবে বলিয়া অবিচ্ছিন্ন রেখা (continuous line) হইবে না।



চিত্ৰ নং 124

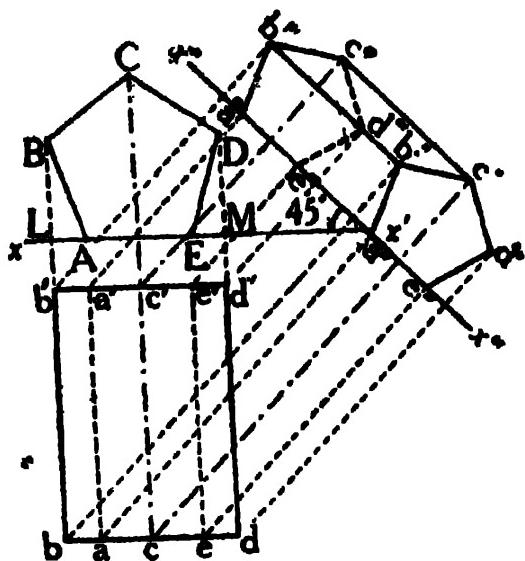
বহু-ক্ষমক (Polyhedrons)-এর প্রক্ষেপ

I. পঞ্চকোণ (Pentagonal) প্রিজম:

কোন পঞ্চকোণ প্রিজম এমন ভাবে আছে যে, উহার অক্ষরেখা উর্ধ্বঃ-তলের অনুলমিকভাবে ও আধাৰ কলক সমান অবস্থায়

গুরুত্বান্বিত ; উহার প্রয়ান অঙ্কিত কর। অনন্তর ঐ আধাৰ কলককে শব্দান অবস্থা হইতে 45° -ভিত্তি কোণে আনন্দ কৱিলে বেশৰ দেখাৰ, তাহাৰ পুৱোদৃশ্যেৰ চিত্ৰ অঙ্কিত কৰ।

অঙ্কন : প্ৰথমে XX' -ৰেখাৰ উপৰ $ABCDE$ এই পঞ্চভূজেৰ এক বাহু AE -কে ঐ ৰেখাৰ সহিত মিলিত কৱিবা অঙ্কিত কৰ। ইহা প্ৰিজমেৰ পাৰ্শ্ব-দৃশ্য।



চিত্ৰ নং 125

এইবাৰ উহাৰ প্ৰত্যেক কোণীয় বিন্দু হইতে শব্দান-তলে প্ৰক্ষেপ ৰেখা নামাইয়া দাও। উপৰ হইতে দেখিলে পঞ্চভূজেৰ অক্ষৱেৰ শীৰ্ষকোণেৰ ৰেখাৰ সহিত সমৱেৰীয় পড়িবে বলিয়া, অক্ষৱেৰোকে, C -বিন্দু হইতে প্ৰক্ষেপিত ৰেখা cc' ঢাকা দিবে। XX' -ৰেখা হইতে কিছু নৌচে $b'a'c'e'd'$ এক শব্দান ৰেখা টানিয়া প্রয়ানেৰ চিত্ৰে এক প্ৰান্ত-দেশ নিৰ্দেশ কৰ। অনন্তৰ প্ৰিজমেৰ দৈৰ্ঘ্য অনুষ্ঠানী $b'b$, $c'c$ ও $d'd$ আকিয়া, উহাবেৰ এক এক সৱল ৰেখাৰ দ্বাৰা সংযুক্ত কৰ। উপৰ হইতে সৃষ্টি কৰা হইতেছে এইকুপ অনুষ্ঠান কৱিলে বুৰু থাইবে, bb' cc' ও dd' ৰেখা তিনটি অবিচ্ছিন্ন (firm), ও aa' এবং ee' ৰেখা দুইটি ঢাকা পড়িয়াছে বলিয়া সুইকি সুইকি ৰেখা হইবে। (অক্ষৱেৰোকে স্পষ্ট কৱিয়া দেখাইবাৰ অন্ত $c'c$ -ৰেখা অবিচ্ছিন্ন টানা হয় নাই)।

এইবাৰ XX' -ৰেখাৰ সহিত 45° -ভিত্তি আনতিতে $c''c''$ এক ৰেখা অঙ্কিত কৰ, এবং ঐ ৰেখাৰ উপৰ প্রয়ানেৰ সমষ্ট কোণীয় বিন্দু হইতে এক এক প্ৰক্ষেপ ৰেখা (অৰ্থাৎ $c''c''$ -ৰেখাৰ সমকোণে) উজ্জোলন কৰ। বুঝিতে হইবে, প্রয়ানেৰ নৌচেৰ প্ৰান্ত (এখন ৰেখা) $baced$ হইতে আনন্দ-পুৱোদৃশ্যেৰ সমূখ্য-প্ৰান্ত, এবং উপৰেৰ প্ৰান্ত $b'a'c'e'd'$ হইতে পশ্চাত-প্ৰান্ত, প্ৰান্ত হওয়া থাইবে। দেখিলে স্পষ্ট বুঝিতে পাওয়া থাইবে, প্ৰথমে অক্ষিত পুৱোদৃশ্যেৰ আধাৰ AED হইতে

এই ৰেখাৰ সহিত 45° -ভিত্তি আনতিতে $a''a''$ এক ৰেখা অঙ্কিত কৰ, এবং ঐ ৰেখাৰ উপৰ প্রয়ানেৰ সমষ্ট কোণীয় বিন্দু হইতে এক এক প্ৰক্ষেপ ৰেখা (অৰ্থাৎ $a''a''$ -ৰেখাৰ সমকোণে) উজ্জোলন কৰ। বুঝিতে হইবে, প্রয়ানেৰ নৌচেৰ প্ৰান্ত (এখন ৰেখা) $baced$ হইতে আনন্দ-পুৱোদৃশ্যেৰ সমূখ্য-প্ৰান্ত, এবং উপৰেৰ প্ৰান্ত $b'a'c'e'd'$ হইতে পশ্চাত-প্ৰান্ত, প্ৰান্ত হওয়া থাইবে। দেখিলে স্পষ্ট বুঝিতে পাওয়া থাইবে, প্ৰথমে অক্ষিত পুৱোদৃশ্যেৰ আধাৰ AED হইতে

প্রক্ষেপ-রেখা টানিয়া প্র্যানের নীচেকার $a'e$ পাওয়া গিয়াছে বলিয়া, তাহার প্রক্ষেপ হইতে প্রাপ্ত $a''e'$ একেবে প্রিজ্মের আধাৰ হইবে।

অন্তর, $b'', e'',$ ও d'' -বিলু সকল পাওয়াৰ জন্য, বে বিলুতে b -এর প্রক্ষেপ-রেখা আনত ভূমিৰেখাকে ছো কৱিয়াছে, সেই বিলু হইতে ডিভাইডারে BL-এর সমান দ্রুত শইয়া b'' -বিলু নির্দেশ কৰ, এবং এই ভাবে c'' ও d'' বিলুষ্য ঠিক কৰ। এখন ঐ c'' স্পর্শ কৱিয়া $c''e''$ -আধাৰের উপরেৰ পঞ্চতুজ অক্ষিত কৱিলে তাহা সম্মুখেৰ প্রাপ্তেৰ পুৱোদৃশ্য হইবে।

এই ভাবে প্র্যানেৰ উপৰ $b' a' c' e' d'$ হইতে উপৰেৰ প্রাপ্তেৰ পঞ্চতুজ গঠন কৰ। অন্তৰ b'' -এৰ সহিত b''' , এবং c'' -এৰ সহিত c''' মোগ কৱিলে নৃতন পুৱোদৃশ্য অক্ষিত কৰা হইল। ভাল কৱিয়া দেখিলে বুৰা থাইবে, নীচেৰ পঞ্চতুজেৰ সকল বাহণগুলি অবিচ্ছিন্ন রেখায় অক্ষিত হইবে, কিন্তু উপৰেৰ বেলা, $c'''d'''$ এবং $d'''c'''$ বাহুছইটি ঢাকা পড়াৰ জন্য ফুটকি ফুটকি রেখায় দেখাইতে হইবে।

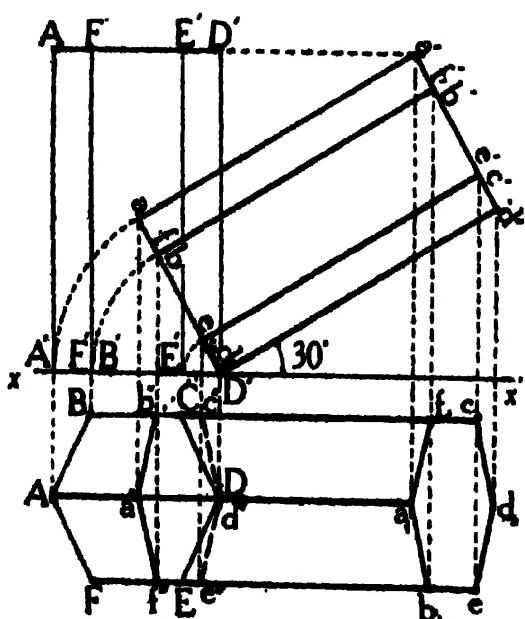
II. ষাট্টকোণ (Hexagonal) প্রিজ্ম :

কোন ষাট্টকোণ প্রিজ্মেৰ অক্ষরেখা উর্ধ্বাধঃ-ভলেৰ সমান্তরালে ও তাহার কোন এক কলক ভূমিৰেখাৰ সমান্তরালে আছে; ইহার পুৱোদৃশ্য অক্ষিত কৰ; অন্তৰ সেই অবস্থায় প্রিজ্মকে ভূমিৰেখাৰ সহিত 30° -ডিগ্ৰি আনতি আনত কৰ, আৱ তাহারও পুৱোদৃশ্য ও প্র্যান অক্ষিত কৰ।

অঙ্কন : প্রিজ্মেৰ অক্ষরেখা উর্ধ্বাধঃ-ভলেৰ সমান্তরালে থাকিবে বলিয়া, উহার প্র্যান অক্ষিত কৱিলে ABCDEF-কলে একটি একতলীয় ষাট্টকোণ ক্ষেত্ৰ প্রতিভাত হইবে, ও উহার এক বাহ (বেথা BC) ভূমিৰেখাৰ সমান্তরাল হইবে। অতঃপৰ উহার পুৱোদৃশ্য $A'(F'B')E'D'$ অক্ষিত কৰ। এইবাবে XX' -ৰেখাৰ উপৰে d -বিলু হইতে, উহার সহিত 30° -ডিগ্ৰি উন্নতিতে এক ৰেখা dd' টান, ও ঐ ৰেখাৰ অহুলৰ ভাবে আৱ এক ৰেখা de টান,—উহা আনত অবস্থায় প্রিজ্মেৰ আধাৰ-প্রাপ্ত হইবে।

d -বিন্দুকে কেজ কৰিয়া, যথাক্ষমে, dA' , df' , ও dc' -কে যাসাৰ্ধ লইয়া তিনটি চাপ অঙ্কিত কৰিয়া a , (f_0), ও c -বিন্দু তিনটিৰ অবস্থান নিৰ্কলণ কৰ। অনস্তৱ dd' -এৰ সমাঞ্জস্যালৈ aa' , ff' , ও cc' কোণীয়-ৱেখা তিনটি অঙ্কিত কৰ, আৱ প্ৰিজমেৰ উচ্চতাৰ সমান কৰিয়া dd' কাটিয়া লও, এবং $d'a'$ যোগ কৰ;

ইহাই আনত অবস্থায় প্ৰিজমেৰ
পুৱোদৃশ্য।



চিত্ৰ নং 126

অনস্ত রাখানত পুৱোদৃশ্যেৰ কোণীয় বিন্দু a হইতে উৰ্বাধঃ-প্ৰক্ষেপ aa'' , (fb) হইতে $b'f''$, c হইতে cc'' , (এখানে d'' আড়াল পড়িবে বলিয়া দেখা বাইবে না), আৱ অপৱ প্ৰাণ্টেৰ জগ্য, a' হইতে a_1 , $f'b'$ হইতে f_1b_1 , e' হইতে e_1 , এবং প্যানেৰ c -বিন্দু,—ষাহা আনত পুৱোদৃশ্যে অন্ত,—তাহাৱ
প্ৰক্ষেপ c_1 ,—এই প্ৰক্ষেপগুলি

টান। এইবাৱ প্যানেৰ BC ও FE ৱেখাৰৱকে বৰ্ধিত কৰিয়া যথাযোগ্য অক্ষৱেৰ ঘাৱা চিহ্নিত কোণীয় বিন্দুৰ সহিত যোগ কৰ। মনে ৱাৰিতে হইবে, এই প্ৰাণ্টে বড়ভুজেৰ সমস্ত ৱেখাগুলিই বিকৃত ভাবে দৃষ্টিগোচৰ হইবে।

পিৱামিডেৰ প্ৰতক্ষেপ (Projection of Pyramids)

পিৱামিডেৰ আধাৱ (base) কোন এক বৈৰিক কেজ, আৱ সেই কেজেৰ কোণীয় বিন্দু হইতে শিৱ (edge) উঠিয়া এক বিন্দুতে মিলিত হইয়াছে; উহাকে শৈৰ্ষবিন্দু (Vertex) বলে। পিৱামিডেৰ আধাৱ হৃতি হইতে পাৰে; তথন তাহাকে “শূ” (Cone) বলে।

I. তিকোণ পিৱামিড:

কোন সমবাহ (Equilateral Triangular Pyramid) তিকোণ

পিরামিডের প্ল্যান, পুরোনোগুলি ও পার্শ্ববৃত্ত অঙ্কিত কর। এই পিরামিডের আধাৱের কোণ এক বাহু ভূমিৱেখার সহিত সমান্তরাল, এবং উহার অক্ষরেখা উভয় থিঃ তাবে আছে।

অঙ্কন : ভূমিৱেখার নীচে ও উহার সমান্তরালে এক AB-রেখা আক, ও তাহার নীচের দিকে এক সমবাহু ত্রিভুজ ABC অঙ্কিত কর, এবং প্রত্যেক বাহুকে সম-ষিঙ্গভুজ করিয়া, তাহার বিপৰীত কোণের সহিত যোগ কর; যে বিন্দুত তিনটি রেখা পরস্পর ছেদ করিবে, তাহাই উহার অক্ষবিন্দু (D)। ইহাই পিরামিডের প্ল্যান।

অতঃপর পুরোনোগুলি অঙ্কন করিবার অন্ত উহার উচ্চতা নিরপেক্ষ করিতে হইবে।

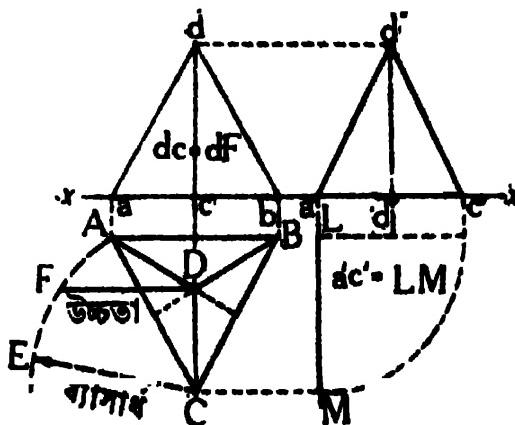
যদি পিরামিডের “ধাঢ়া” উচ্চতা

চিত্ৰ নং 127

(vertical height) দেওয়া থাকে, তবে পুরোনোগুলি অঙ্কিত করা অপেক্ষাকৃত সহজ। তখন A, B ও C, এই তিনি কৌণীয় বিন্দু হইতে প্রক্ষেপ-রেখা ভূমিৱেখার উপরে তুলিলে উহাদের অনুবর্তী (corresponding) বিন্দু a , b ও c পাওয়া যাইবে। অক্ষ করিলে ইহাও দেখা যাইবে যে, C-হইতে প্রক্ষেপ-রেখা অক্ষবিন্দু D দিয়াও উথিত হইয়াছে; স্বতন্ত্র c -হইতে প্রক্ষেপ উপরদিকে উভোপিত করিয়া তাহাকে প্রদত্ত ধাঢ়া উচ্চতার সমান করিলে পিরামিডের শীর্ষবিন্দু d পাওয়া যাইবে। এইবাবে abd একটি ত্রিভুজ অঙ্কিত করিয়া, d -এর সহিত c সংযোগ কর। ইহা পিরামিডের পুরোনোগুলি।

কিন্তু যদি ধাঢ়া উচ্চতা (চলিত ভাবাব ধাঢ়াই) দেওয়া না থাকে, তবে নির্ণয়িত রচনা (construction) কারা তাহা বাহির করা যাইবে:—

যেহেতু ইহা সমবাহু ত্রিকোণ পিরামিড, সেকারণে ইহার সব শিখ (edges) গুলিই সমান হইবে; অর্থাৎ bd ও ad -র দৈর্ঘ্য (slant height) ab -র সমান হইবে;



শুভবাং od -র “ধাড়া” উচ্চতা (প্রানের DF-এর অক্ষত দৈর্ঘ্য) বাহির করিতে হইলে, সমবাহ খিলুজের ষে-কোন বাহকে, (ষেমন CA), ব্যাসার্ধ লইয়া উহার ষে-কোন কৌণীয় বিন্দু C হইতে এক বৃত্তাংশ AE অঙ্কিত কর ; অতঃপর অক্ষ-রেখার সমকোণে এক রেখা টানিয়া ঐ বৃত্তাংশকে মু-বিন্দুতে ছেদ কর। তাহা হইলে DF প্রিক্রমের ধাড়াই (vertical height) হইবে। এখন পুরোনৃশ্চে dc -কে এই DF-এর সমান করিয়া, d -বিন্দু নির্দেশ কর ; এবং ad , b এবং cd এই তিনটি শিখ (edges) অঙ্কন কর।

পার্শ-দৃশ্য অক্ষের অন্ত, প্যানের B ও C বিন্দুসম্ম হইতে দুইটি অনুভূমিক প্রক্ষেপ রেখা L M—এই উর্ধ্বাধঃ রেখাটির উপর পাতিত কর। ইহাই BC-র প্রক্ষেপ-দৃশ্য। এই রেখার L-বিন্দু হইতে এক উর্ধ্বাধঃ প্রক্ষেপ রেখা $\alpha\alpha'$ -রেখার উপরে উভোলন কর, এবং ঐ L-বিন্দুকে কেন্দ্র, ও LM-কে ব্যাসার্ধ করিয়া এক বৃত্তপাদ (quadrant) অঙ্কিত করিয়া $\alpha\alpha'$ -রেখা পর্যন্ত প্রক্ষেপ লইয়া যাও; ঐ $a'c'$ -ই পার্শ-দৃশ্যের আধাৰ। $a'c'$ -কে সম-ছিখণ্ডিত করিয়া এক লম্ব উভোলন কর, এবং পুরোদৃশ্যের d-বিন্দু হইতে এক অনুভূমিক প্রক্ষেপ রেখা অঙ্কিত করিয়া উচ্চতা $d'd''$ নির্ণয় কর। এখন $a'c'd''$ ত্রিভুজ প্রিঙ্গমের পার্শ-দৃশ্য।

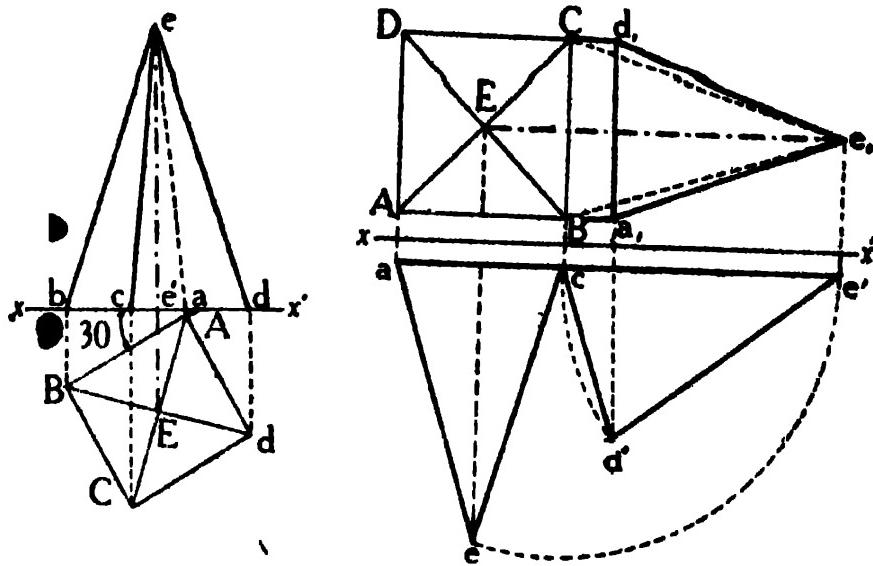
II. ଚତୁର୍ଦ୍ଦଶାନ ପିଲାମିଡ :

সম্পাদক 1

1"-ईफ वाह ओ 2"-ईफ खाडाई-विशिष्ट कोन एक चतुर्कोण पिरामिड भूमित्रेखार सहित 30° -डिग्री आनंदिते भूमितले बजाव आहे; ताहार झ्यान ओ पुरोकृश्य अक्षित करा।

অস্তম : (128নং চিত্রের বাদিকের দৃশ্য) ; XX'-ভূমিরেখা অক্ষিত করিয়া, তাহার নীচের দিকে তাহার সহিত 30° -ডিগ্রি আনতিতে 1"-ইঞ্চ দীর্ঘ AB রেখা টাম, ও তাহার উপর ABCd এক বর্গক্ষেত্র অঙ্কিত কর, এবং তাহার কর্ণবরফকে E-বিন্দুতে ছোঁ কর। ইহাই চতুর্কোণ পিয়ামিডের প্র্যান হইবে। অন্তর্মাত্রে তাহার প্রত্যেক কোণীয় বিলু হইতে প্রক্ষেপ-রেখা উভোগন কর ; উহাদেৱ, যথাক্রমে, b, c, a এবং d অক্ষের চিহ্নিত কর। এখন কর্ণবরফের ছোঁবিলু E হইতে আব

এক প্রক্ষেপ রেখা উভোলন কর, এবং $c'e$ -কে $2''$ -ইঞ্চি দীর্ঘ কর। এখন $b'd$ ও c -র সমিতি অবিচ্ছিন্ন রেখার দ্বারা c -বিন্দুর যোগ কর, আর ae -কে ফুটকি ফুটকি



চিত্র নং 128

রেখার দ্বারা অঙ্কিত কর (কেন না প্ল্যানের A -কোণ পুরোদৃশ্যে আড়ালে পড়িবে)।

সম্পূর্ণ ২

উপরের পিরামিড উর্ধ্বাধঃ-ভলের গায়ে এমন ভাবে জাগাই আছে যে, তাহার অক্ষরেখা উর্ধ্বাধঃ-ভলের অনুলম, এবং উহার আধারের এক বাহু ভূমি-রেখার সমান্তরালে আছে; এখন যদি উহার এক ঢালু দিককে ঘূরাইয়া শুয়াইয়া রাখা যায়, তবে ঐ পিরামিডকে ঘেমন দেখায়, তাহার প্ল্যান ও পুরোদৃশ্যের চিত্র অঙ্কিত কর।

অঙ্কন : (128নং চিত্রের ডানদিকের দৃশ্য); প্রথমে xx' -ভূমিরেখার উপরের দিকে ও উহার সমান্তরালে AB -রেখা আকিয়া তাহার উপরে $1''$ -ইঞ্চি বাহুর এক বর্গক্ষেত্র $ABCD$ অঙ্কিত কর। উহার কর্ণসম AC ও BD থে E -বিন্দুতে পরস্পরকে ছেদ করিল, তাহাই পিরামিডের শীর্ষ বিন্দুর অঙ্কন। অনন্তর তাহার প্ল্যান ace অঙ্কিত কর। E হইতে ভূমিরেখার নীচে প্রক্ষেপ রেখা পাত করিলে, আধার-রেখা ac -কে দিখা-বিভক্ত করিয়া উহা নীচে নামিবে; এখন আধার-রেখা হইতে ঐ রেখাকে উপর্যুক্ত মত দীর্ঘ রাখিয়া e -বিন্দু নির্দেশ করিয়া ae ও ce যোগ কর। এই aec জিভুজ এই অবস্থার প্ল্যান।

পিৱামিডকে ভূমিৰেখাৰ উপৰে শুবাইয়া বাধিতে হইলে, প্যানেৰ ঢালু
দিক c' -কে ভূমিৰেখাৰ আনিতে হইবে; ইতোৱা c -কে কেন্দ্ৰ কৰিয়া ও
 c -ব্যাসার্ধ লইয়া এক বৃত্তাংশ অক্ষিত কৰ বাহাতে উহা d' -বিন্দুতে ভূমিৰেখাৰ
সমান্তৰাল হৈ, এবং c -কে কেন্দ্ৰ, ও ca -কে ব্যাসার্ধ লইয়া আৰু একটি বৃত্তাংশ
অক্ষিত কৰ, আৰু e' -কে কেন্দ্ৰ এবং $e'c$ -কে ব্যাসার্ধ কৰিয়া এক চাপ অক্ষিত
কৰিয়া শেৰোক বৃত্তাংশকে d' -বিন্দুতে ছেদ কৰ। এইবাবে $cd'e'$ ত্রিভূজ
পিৱামিডেৰ শাৰিত অবস্থাৰ প্যান হইবে।

অনন্তৰ DC ও AB -কে বৰ্ধিত কৰিয়া, এবং d' হইতে প্ৰক্ষেপ উভোলন
কৰিয়া বৰ্ধিত DC -ৰ উপৰে d_1 , ও বৰ্ধিত AB -ৰ উপৰে a_1 ,—এই ছেদ-বিন্দুস্থ নিৰ্ণয়
কৰ : ইহাতে Ba_1d_1C , 'শোয়ান' পিৱামিডেৰ আধাৰেৰ পুৱোদৃশ্য
পাওয়া যাইবে। অতঃপৰ প্যানেৰ e' হইতে প্ৰক্ষেপ-ৱেখা উভোলন কৰিয়া
এবং বাদিকৰে পুৱোদৃশ্যেৰ অক্ষবিন্দু E হইতে অনুভূমিক প্ৰক্ষেপ-ৱেখাৰ দ্বাৰা
তাহাকে ছেদ কৰিলে পিৱামিডেৰ শীৰ্ষবিন্দু e_1 পাওয়া যাইবে। সৰশেৰে
 e_1a_1 ও e_1d_1 -কে অবিচ্ছিন্ন ৱেখাৰ দ্বাৰা ঘোগ, এবং e_1C ও e_1B -কে
ফুটকি ফুটকি ৱেখাৰ দ্বাৰা ঘোগ কৰিলে, এই অবস্থাৰ পুৱোদৃশ্য পাওয়া যাইবে।

III. পৰিপ্ৰেক্ষাত পিৱামিড :

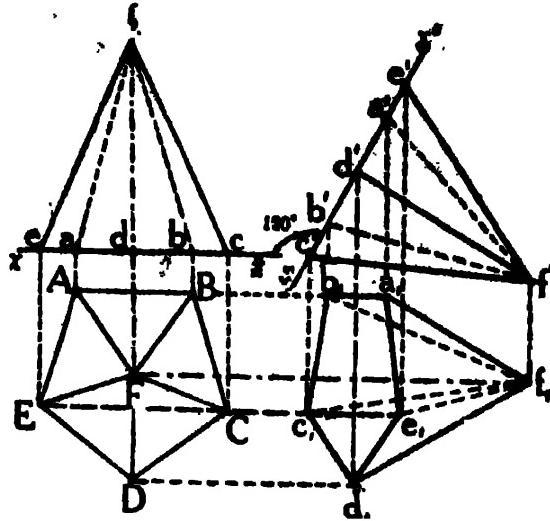
কোম পক্ষকোণ পিৱামিডকে ভূমিৰেখাৰ উপৰে এমন ভাবে
বসাই আছে যে, তাহার আধাৰেৰ এক বাহু ভূমিৰেখাৰ সহিত
সমান্তৰাল ; ইহার পুৱোদৃশ্য অক্ষিত কৰ। এইবাবে ঐ অবস্থা হইতে
তাহার আধাৰকে 120° ডিগ্ৰি ঘূৰাও, ও ইহার পুৱোদৃশ্য ও প্যান
অক্ষিত কৰ।

অকল : XX'-ৱেখাৰ তলদেশে এক সমপঞ্চভূজ ABCDE-ৰ এক বাহু
 AB -কে উহার সহিত সমান্তৰাল কৰিয়া অক্ষিত কৰ। ইহার অক্ষবিন্দু f নিৰ্ণয়
কৰিয়া পাঠ কোণীয় বিন্দুৰ সহিত ঘোগ কৰ ; এইভাবে পিৱামিডেৰ শিৰ।
অনন্তৰ ঐ বিন্দুগুলি হইতে ভূমিৰেখাৰ উপৰে প্ৰক্ষেপ-ৱেখা উভোলন কৰ, এবং
পিৱামিডেৰ খাড়া উচ্চতা বত, ভূমিৰেখা হইতে তত মাপ কৰিয়া f -বিন্দু নিৰ্ণয়
কৰ ; এখন f -এৰ সহিত e , d , ও c -বিন্দুত্ব অবিচ্ছিন্ন ৱেখাস্থ দ্বাৰা ঘোগ কৰ,

কেবল পুরোদৃষ্টে এই তিনটি রেখা তিনটি শির (edges)-হিসাবে দেখা হিবে ; ১২৫ নং চিত্রের ঘত এখানেও, অক্ষরেখাকে স্পষ্ট করিয়া দেখাইবার জন্য, df -রেখাকে অবিচ্ছিন্ন দেখান' হয় নাই। আবু a ও b বিন্দুর সঠিত c -বিন্দু ফুটকি ফুটকি রেখা দিয়া যোগ কর, কেবল। এই দুইটি শির আড়ালে পড়িবে। অই হইল পূর্বোক্ত প্র্যানের পুরোদৃশ্য। এখন c -বিন্দুর উপর ভৱ করিয়া আধাৰ edc -কে 120° ডিগ্রি ঘূর্ণাও। ইহা কৰার অন্ত প্রথম-ভূমিরেখা cc' -এর সঠিত 120° -ডিগ্রি আনতিতে আৰ এক

নৃতন ভূমিরেখা $x''x'''$ টান, এবং প্রথম ভূমিরেখা হইতে cb , lcd , ca ও ce -র দূৰত্ব লইয়া নৃতন ভূমিরেখার উপরে, ব্যাকুমে, $c'b'$, $c'd'$, $c'a'$ ও $c'e'$ বিন্দুগুলি বসাও। এখন d' বিন্দু হইতে $x''x'''$ -এর অনুসৰ ভাবে $d'f'$ -রেখা টান ও উহাকে df -এর সমান দীৰ্ঘ কৰ ; এবং f' হইতে $f'c'$, $f'b'$, $f'd'$, $f'a'$ ও $f'e'$ যোগ করিয়া 120° ডিগ্রি আনতিৰ পিৱামিডেৰ পুরোদৃশ্য সম্পূর্ণ কৰ ; যেন স্থৱণ থাকে, এখানেও $a'f'$ ও $b'f'$ ফুটকি ফুটকি রেখা হইবে।

এইবাবে এই অবস্থার প্র্যানের অন্ত, শেৰোক্ত পুরোদৃষ্টেৰ সমস্ত কোণীয় বিন্দু হইতে অধোদিকে প্রক্ষেপ-রেখা পাত কৰ এবং প্র্যানেৰ অনুকূল বিন্দু হইতে অনুভূমিক প্রক্ষেপ টানিয়া তাহাদেৱ ছেদ কৰ, এবং যে বিন্দুতে অনুকূল প্রক্ষেপ-রেখাদৰ পৰম্পৰকে ছেদ কৰিয়াছে, তাহাদেৱ উপৰুক্ত অক্ষৱ দিয়া চিহ্নিত কৰ :—যেমন a' হইতে উৰ্ধ্বাধঃ প্রক্ষেপ-রেখা ও A হইতে অনুভূমিক প্রক্ষেপ-রেখাৰ ছেদ-বিন্দুকে a_1 ঘাৰা, f' হইতে উৰ্ধ্বাধঃ প্রক্ষেপ-রেখাৰ সঠিত f'_1 হইতে অনুভূমিক প্রক্ষেপ-রেখাৰ ছেদ-বিন্দুকে f_1 ঘাৰা,—ইত্যাদি। অতঃপৰ a_1 , b_1 , c_1 , d_1 , e_1 -এই পঞ্চকোণ-আধাৰেৰ সঠিত, f_1 হইতে এই সকল বিন্দুৰ সংযোগ রেখা পিৱামিডেৰ শির (edges) অক্ষিত' কৰিলে নৃতন প্র্যান সম্পূর্ণ হইল। এখানে f_1e_1 রেখা ফুটকি ফুটকি না হইয়া অবিচ্ছিন্ন হইবে।



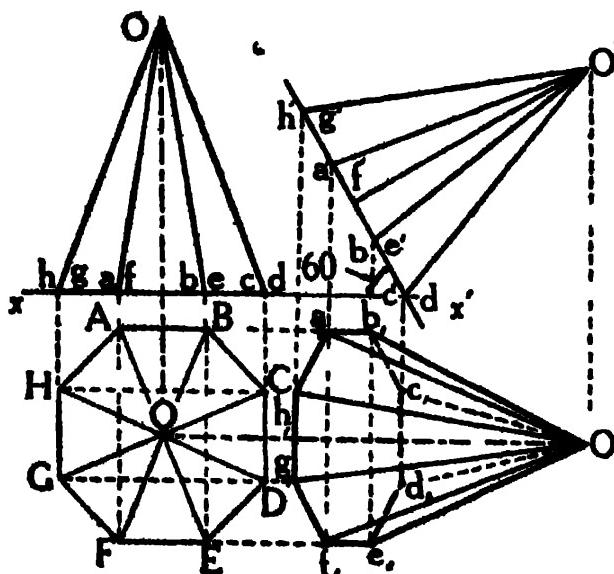
চিত্ৰ নং ১২৯

IV. ପାଇଁଦକାର ଶିଳ୍ପାବିଲି :

तोला, अट्टेकोण शिराविंडेर इहे विलगीत काढ युधिष्ठिराची
अवाहनात आणि अस्त्ररथा। उर्माणः तावे आहे; ईराज पूर्वोदय
काळीत करा। एरीवार आवाजाके 80°-जिंगिते आवड करा
युधिष्ठिर आवाजान ताहार पूर्वोदय ओळाव कि हईवे?

আসুন : এখনে ভূমিবেধাৰ মীচে ও উহার সমাপ্তিৱালে এক বাহ AB
বনাইয়া ABCDEFGH,—এই সমৰ্থাৰ অষ্টভূত অধিত কৰ। উহায় অক্ষবিন্দু
O বিৰ্ণি কৰ, এবং তাহাৰ সহিত কোণীৰ বিন্দুগুলি সংযুক্ত কৰ। এখন উহার
অত্যোক কোণীৰ বিন্দু হইতে ভূমিবেধা পৰ্যন্ত প্ৰক্ষেপ-বেধা উভোলন কৰ।
দেখা যাইবে, প্ৰ্যানেৰ G, H, D ও C-বিন্দুৱ প্ৰক্ষেপ চাৰিটিৰ স্থানে হইতি
হইয়াছে। এইবাৰ প্ৰ্যানেৰ অক্ষবিন্দু হইতে যে প্ৰক্ষেপ উঠিয়াছে, তাহাকে
পিৱাবিড়েৰ খাড়া উচ্চতাৰ সমান দীৰ্ঘ কৱিয়া, O-বিন্দুৰ সহিত প্ৰক্ষেপিত বিন্দু
 hq , af , be ও cd -ৰ সহিত সংযোগ কৱিয়া উহার পুৱোদৃশ্য সম্পূৰ্ণ কৰ।

এইবাব প্রথম ভূমিরেখাব সহিত 60° -ডিগ্রি আনতিতে অপৰ ভূমিবেখা অক্ষিত কৰ, এবং c-বিন্দুৰ অঙ্কুকপ c'd' বিন্দু হইতে, (অর্থাৎ যে বিন্দুতে



ठिक नं 180

প্রথম ভূমিরেখার সহিত নৃতন
ভূমিবেধা ছেদ করিয়াছে,
তথা হইতে), *cd-be-af* শু
ণ,-ব সমান সমান পূর্ব
বসাইয়া, নৃতন অক্ষবেধাব
দৈর্ঘ্য পূর্বে অক্ষরেখার সমান
করিয়া O'-বিন্দু নির্দেশ কর,
এবং দ্বিতীয় অবস্থাব
পিরামিডের পুরোদৃশ্য সম্পূর্ণ
কর।

ପ୍ରାନେଷ ଜୟ

ଦୀର୍ଘ-ଉତ୍କାଶ: ପ୍ରକୟେ-ରେଖା ସଫଳ ନାମାଓ, ଆବ ପ୍ରଥମ ପ୍ରୟାନେର AB, HC, GD

ও ফল হইতে অমূল্যিক প্রক্ষেপ রেখা টানিয়া, যে বিন্দুতে $a'f'$ রেখার সহিত AB রেখা হেব করিয়াছে, সেখানে a_1 , ও সেখানে এই রেখা ফল-র সহিত হেব করিয়াছে, তাহাকে f_1 ; যে বিন্দুতে $b'c'$ হইতে উর্ধ্বাধঃ রেখা AB -অমূল্যিক রেখাকে হেব করিয়াছে, সেই বিন্দুকে b_1 ,—এইভাবে একটি অক্ষেপ আধাৰ ত্ৰিশ কৰিয়া, O -বিন্দুৰ সহিত যোগ কৰ। ইহা করিবাৰ সময় রেখা দাইবে, $b_1a_1h_1g_1$ এবং f_1 কোণ হইতে O -কে সংযুক্ত কৰিতে হইলে, a_1O এবং d_1O শির দুইটি ঢাকা পড়ে; অতৰাং আধাৰের b_1c_1 , c_1d_1 , এবং d_1a_1 বাহু তিমটি, ও b_1O এবং d_1O শির দুইটি সূচকি সূচকি রেখাৰ দ্বাৰা অক্ষিত কৰিবল চাহিব।

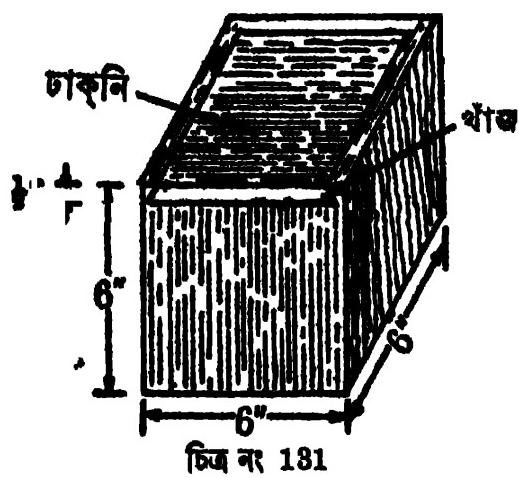
চতুর্ভুজ পরিচ্ছন্ন

চেত-চির বা ধন্তি দৃশ্য (Section or Intersection)

শুধু একেপ ঘারা কোন বস্তুর প্র্যান, পুরোদৃশ্য (কিংবা পার্শ-দৃশ্য)

করিলে, তাহার দৈর্ঘ্য, প্রস্থ, উচ্চতা কিংবা বেধ, এবং তাহার কর্ণগাঁও যদি কোন উৎপত্ত অংশ অথবা কোন গহনয় প্রভৃতি থাকে, তবে তাহা প্রকাশ পাব বটে, কিন্তু উহা নিরেট কি শৃঙ্গগত তাহা, (যদিও ফুটকি ফুটকি বেখার ঘারা প্রকাশ পাব, তবু) সহজে বোধগম্য হয় না, তাই এমন ক্ষেত্রে, তাহাকে মনে মনে ধন্তি করিলে তাহার অভ্যন্তর-ভাগে ঘাহা আছে, অথবা ধাকিবার কথা, প্রকাশ-তাবে তাহা অক্ষিত করিলে প্রভৃতভাবে, বুরিবার, ও সেইমত উহাকে গঠন করিবার, সহায়তা হয়। চিত্র নং 131 দেখিলে ইহা স্পষ্ট বুরা শাইবে বে, উহাতে কেবল ঘন বস্তুর বাস্তিতে খুটিলাটিই দেখান' হইয়াছে, কিংবা দেখাইতে পারা সম্ভব।

বিষয়টি বুরাইবার জন্য একটি সহজ দৃষ্টান্ত দেওয়া হইতেছে। মনে কর,



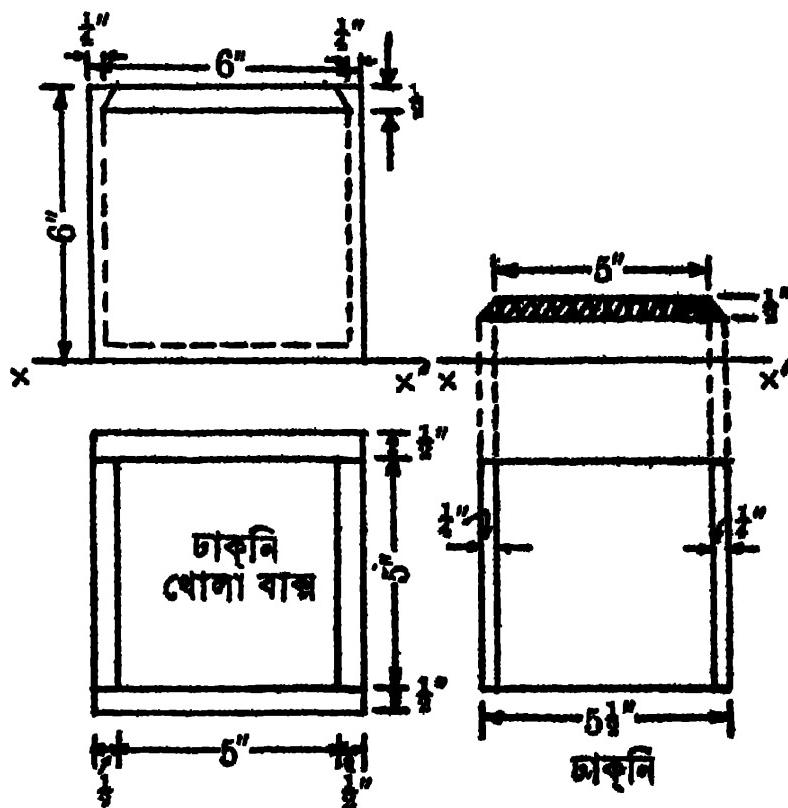
একটি ঘনক-আকৃতিব কাঠের বাল্ল
প্রভৃত ক্ষার জন্য নজ্বা করিতে
হইবে, বাল্লাটির দৈর্ঘ্য, প্রস্থ ও
উচ্চতা সব ছব ইঞ্চ কবিয়া, বাল্লের
একটি ঢাকনি (cover) ধাকিবে,
তাহা এক পাশ হইতে ঠেলিয়া
দিলে, বাল্লের উপরের দিকে হই
পাশে বে থাজ ধাকিবে, তাহাব
ভিতৱ্য দিয়া প্রবেশ কবিবে ও উহাকে বক্ষ মাখিবে। (আপাততঃ উহাকে
খোলাদেওয়া করিবার অন্ত কোন ব্যবস্থাৰ কথা চিজ্ঞা কৰাৰ প্ৰৱোজন নাই।)

স্পষ্ট বুরা শাইতেছে, এমন চিত্র হইতে বাল্লাটি শৃঙ্গগত (ফাপা) কিনা কিছুই
বোধগম্য হইবার উপায় নাই। অবশ্য যখন ইহাকে বাল্ল বলিয়া উল্লেখ কৰা

ହିସାରେ, ତଥନ ଇହା ନିଶ୍ଚିତ ପୂର୍ଣ୍ଣଗର୍ଭ ହିସେ; କିନ୍ତୁ ତଥୁ ଇହାର ଚାରି ପାର୍ଶ୍ଵର ଓ ନୀଚେର କାଠୀ କାଠୀ କରିବା ମୋଟା ହିସେ ତାହାର କୋନେଇ ହରିଷ ପାଞ୍ଜା ଦାଇ ନା । ଢାକନି କାଠୀ ଶୁଭ ହିସେ, ତାହାର ମାପାର ଇହାତେ ମେଖାମ' ବାଇତେ ପାରେ, ଏବଂ ମେଖା ବାଇତେହେ ଉହା ଆଖ ଇକ ମୋଟା ହିସେ ।

ହୁଏ ଉପାରେ ବାଲ୍ମୀର ଶୁଭଗର୍ଭତା ନଜାର ପ୍ରକାଶ କରିବାର କଥା, ତାହା ଉପରେ ଉତ୍ସମ୍ମିତ ହିସାରେ, ତାହା ଏହି ବେ, (i) ବାଲ୍ମୀର ପ୍ରୟାନ ଓ ପୁରୋଦୂତ ଅବିତ କରିବା ମୁହଁକି ମୁହଁକି ମେଖାର ମାହାରେ ଉହାର ଦେଉଳାଳ ଓ ତଳାର ମୁଲସ (thickness of the base), ଏବଂ ତାହାର ମଧ୍ୟ ପୃଷ୍ଠକ ଭାବେ ଢାକନିର ମୃତ୍ୟୁ ଅବିତ କରା । ଚିତ୍ର ନଂ ୧୩୨ ଦାରା ଇହା ବୁକାନ' ହିସାରେ ।

(i) ଶୁଭ୍ରକ ଶୁଭ୍ରକ ଲୋକାର୍ଜ ଦାରା ଶୁଭ୍ରଗର୍ଭ ଅବିତରଙ୍ଗ ଅବିତ ଦୀ ପାଶେର ମୃତ୍ୟୁ ଢାକନି-ଖୋଲା ଅବହାୟ ବାଲ୍ମୀର ନଜା; ମୁହଁକି ମୁହଁକି ମେଖା-



ଚିତ୍ର ନଂ ୧୩୨

ଖଣ୍ଡ ବାଲ୍ମୀର ଦେଉଳାଳେର ଓ ତଳାର କାଠୀର ମୁଲସ ଲିର୍ଦ୍ଦେଶ କରିଭେହେ; ଅଜାଧ ବାଲ୍ମୀର ଭିତରେ କାଠୀ ଦାରଗା ପାଞ୍ଜା ଦାଇବେ, ତାହା ପରିକାର ମୁଦିତେ

পারা যায়। তাহা ছাড়া, উহার অন্য পৃথক্কভাবে যে ঢাকনি প্রস্তুত করিতে হইবে, তাহারও নক্সা ডানপাশে দেওয়া হইবাবে। উহার পুরোদৃশ্যে, দেখা যাইবে ঢাকনিটির দুই পাশ ট্যারচা (bevel) করিয়া কাটা, আর যাহাতে ঐ ঢাকনি বাল্লোর সুমুখ দিক দিয়া। দিয়া বাল্লকে বক্ষ করিতে পারা যায়, তাহার অন্য বাল্লোর চিন্দের পুরোদৃশ্যের দুই পাশের কাঠের উপরিভাঁগ লম্বালম্বি অনুক্রম থাক (dovetailed groove) কাটা আছে। এক্ষেত্রে সেখানে এ প্রথা ব্যবহারে না আনিয়া দ্রব্যটিক, একটি, (এবং আবশ্যিক হইলে একাধিক), খণ্ডিত চিত্র অঙ্কিত করা হইয়া থাকে।

(ii) খণ্ডিত চিত্র দ্বারা। শূল্কপর্বত প্রবেশের অঙ্কন

কোন দ্রব্যকে খণ্ডিত করিলে (কাটিলে) তাহার ভিতরের অবস্থা প্রকাশ পায় ; তাই যে বস্তু নির্মাণ করিতে হইবে তাহার অভ্যন্তর কিরূপ হইবে, কিংবা নির্মিত বস্তুর অভ্যন্তরে কি থাকিবে নক্সার দ্বারা প্রকাশ করিতে হইলে, তাহার “খণ্ডিত চিত্র” বা “ছেদ-চিত্র” (Sectional View) অঙ্কিত করিয়া প্রকাশ করাও হয়।

এইভাবে প্রকাশের কৌশল-শিক্ষার প্রথম সোপান সাধারণ ঘন-বস্তুর “ছেদ-চিত্র” অঙ্কন, এবং ঐ প্রকার অঙ্কিত ছেদ-চিত্র হইতে পাঠোকার,—অর্থাৎ ঐ বস্তুটি কি প্রকারের, তাহা বুঝিতে পারা।

কতিপয় উদাহরণের অনুশীলন দ্বারা ‘ইহা বুঝান’ হইতেছে।

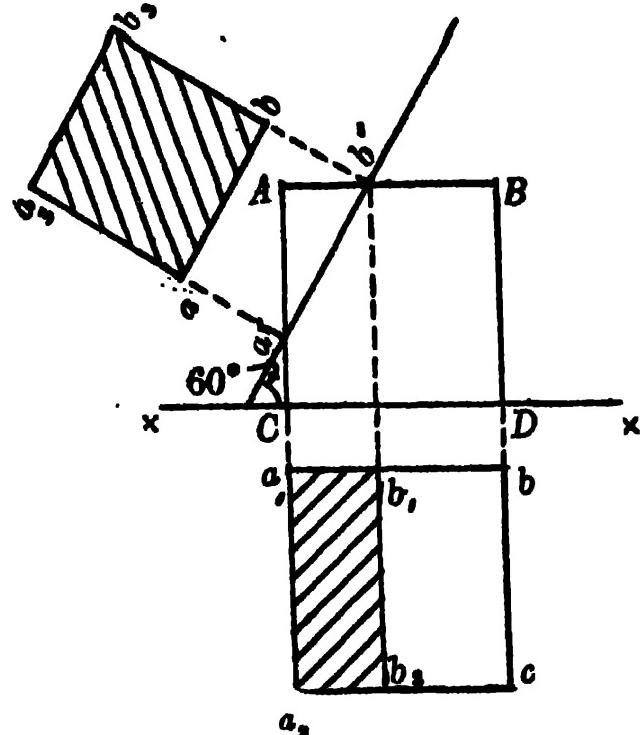
সম্পাদ্য 1

3 সেকেন্টিয়েটার দীর্ঘ বাহুবিশিষ্ট কোন ঘনক, তাহার এক পার্শ্বদেশ (one face) উর্ধ্বাধঃ-তলের সমান্তরাল অবস্থায় ভূমিতলের উপরে অবস্থিত। উহার পুরোদৃশ্য অঙ্কিত কর ; এইবার মনে কর, ঐ পুরোদৃশ্যকে অনুভূমিকের সহিত 60° -ডিগ্রিতে আনত ও উর্ধ্বাধঃ-তলের অনুলম এক তল (plane) দ্বারা ছেদ করা হইল ; এইবার ইহার ফ্ল্যাম, পুরোদৃশ্য, এবং ঐ খণ্ডিত অংশের প্রকৃত আকার (true shape of the section) অঙ্কিত কর।

ছেদ-চিত্র বা খণ্ডিত দৃশ্য

অঙ্কন : প্রথমে XX' -রেখার নীচে ঘনকের প্র্যান ও উপরে পুরোদৃশ্য অঙ্কিত কর। এখন ঐ পুরোদৃশ্যে ভূমিরেখা XX' -এর সহিত 60° -ডিগ্রি আনতিতে এক রেখা

টোন। ষেহেতু, মে তল (plane) দ্বারা ঘনকের পুরোদৃশ্যকে খণ্ডিত করিতে হইবে তাহা উর্ধ্বাধঃ-ভগ্নের অন্তর্ভুক্ত থাকিবে, সেই হেতু পুরোদৃশ্যে ঐ তল যাত্র এক সরলরেখার দ্বারাই প্রকাশ পাইবে; আর ঐ রেখা XX' -রেখার সহিত 60° -ডিগ্রিতে আনত হইবে।



চিত্র নং 133

এইবাবে ঘনে করিতে হইবে, ছেদিত অংশ $a'Ab'$ -কে সর্বাইয়া লওয়া হইল, তাই এখন $a'Ab'$ -অংশ ফুটকি ফুটকি রেখার দ্বারা স্ফুচিত হইবে (বুরাইবার অস্তিত্বে ইহা করা হয় নাই)। এখন খণ্ডিত পুরোদৃশ্যের $Ca'b'BD$,—এই অংশ অবশিষ্ট রহিল। ইহার প্র্যান আকিতে হইবে; অর্থাৎ C ও b' বিন্দুসমূহ হইতে ঘনকের প্র্যানের উপরে প্রক্ষেপ-রেখা ফেলিতে হইবে। ইহাতে প্র্যানে ষে $a_1a_2b_2b_1$ —একটি আয়তক্ষেত্রের উৎপত্তি হইল, তাহাই খণ্ডিত অংশের প্র্যান; এই কারণে $a_1a_2b_2b_1$,-অংশটিকে ছেদ-রেখার দ্বারা নির্দেশ করিতে হইবে।

ছেদ-রেখাগুলি সাধারণত: ভূমিরেখার সহিত 45° ডিগ্রিতে আনত হয়, ও পরম্পরার সমান্তরালে ও সমান দূরে আকা হয়। তবে আবশ্যক হইলে অন্য বে-কোন আনতিতে আনত করিয়া আকা আইতেও পারে।

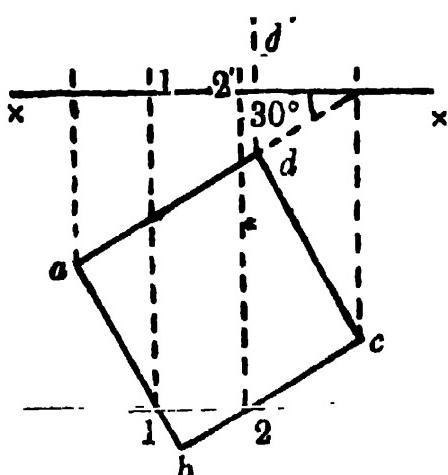
খণ্ডিত অংশের প্রকৃত আকার বাহির করিতে হইলে, $a'b'$ -এর সমান্তরালে একটি রেখা ab টোন, এবং a' ও b' হইতে দুইটি প্রক্ষেপ-রেখা তাহার উপরে

উভোলন কর। এই a এবং b বিন্দুসম্বন্ধে হইতে দুইটি স্থ উভোলন কর, আর তাহাদের উচ্চতা $aa_3 = a_1a_2$; এবং $bb_3 = b_1b_2$ কর; a_3 ও b_3 , এক সরল রেখার দ্বারা সংযুক্ত কর; এই সামান্যরিক (parallelogram)-ই খণ্ডিত অংশের প্রকৃত আকার। ইহাকেও ছেদ-রেখার দ্বারা চিহ্নিত কর।

সম্পাদন ২

৩'৫ সেক্ষেত্রিমিটার দীর্ঘ ভুজের কোন ঘনক তাহার এক ভুজ উর্ধ্বাধঃ-তলের সহিত 30° -ডিগ্রি আনতিতে ভূমিতলের উপরে অবস্থিত আছে। এখন যদি উহার প্ল্যানকে এক উর্ধ্বাধঃ-তল—১-২-র দ্বারা ছেদ করা যায়, তবে ঐ খণ্ডিত অবস্থার প্ল্যান ও পুরোদৃশ্য অঙ্কিত কর।

২"৪"



চিত্র নং 134

অঙ্কন: XX' -ভূমিরেখার তল-দেশে ঘনকের পূর্ণ প্ল্যান $abcd$ এমন ভাবে অঙ্কিত কর, যাহাতে তাহার এক ভুজ ad , XX' -রেখার সহিত 30° -ডিগ্রিতে আনত থাকে। এইবার এক উর্ধ্বাধঃ-তলের দ্বারা (এখানে উর্ধ্বাধঃ-তল এক সরল রেখায় প্রতিভাত হইবে) ঘনককে ১-২ বিন্দুতে ছেদ করিল।

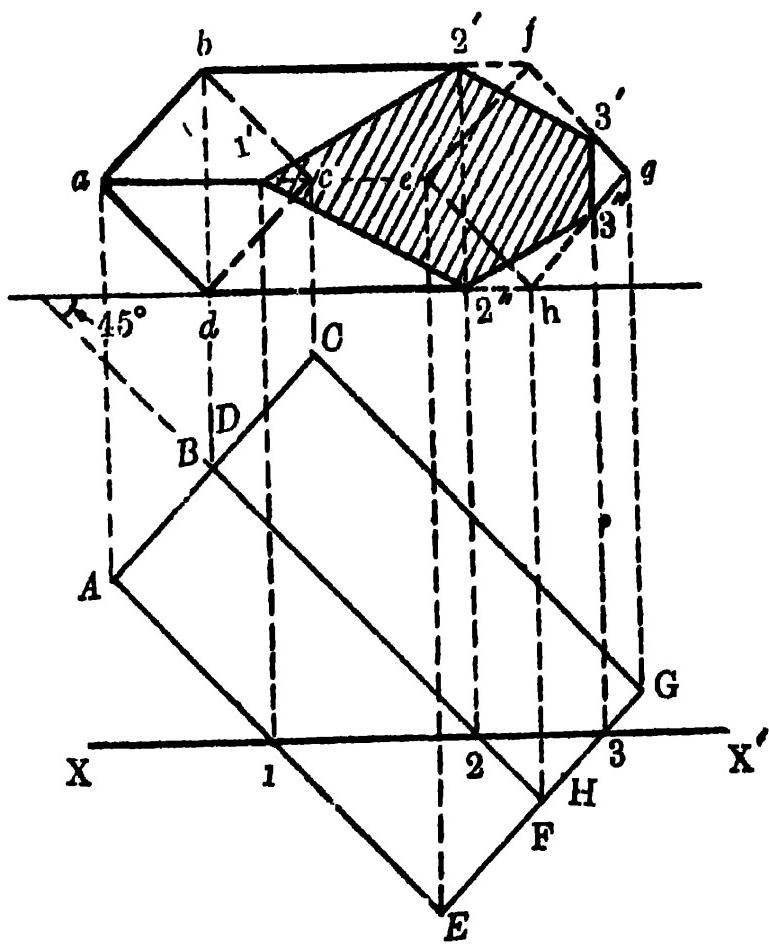
অনস্তর এই অবস্থার পুরোদৃশ্য অঙ্কিত করিতে হইলে, প্ল্যানের a, b, c ও d বিন্দু সকল হইতে প্রক্ষেপ

রেখা উভোলন করিতে হয়; কিন্তু প্ল্যানের ab ও bc ভুজসম্বন্ধ ১ এবং ২ বিন্দুতে খণ্ডিত হওয়ায় ১-১'-২ অংশ বাদ পড়িয়াছে, ক্ষত্রিয় প্ল্যানে ঐ অংশটুকু ফুটকি স্থান রেখার দ্বারা নির্দিষ্ট হইবে; আর পুরোদৃশ্যের অস্ত $a, 1, 2, \text{ এবং } c$,— এই বিন্দু সকল হইতে প্রক্ষেপ রেখা $a'a'', 1'1'', 2'2'', c'c''$ পর্যন্ত উভোলন কর। প্ল্যানের b -বিন্দু হইতে কোন রেখা উভোলিত হইবে না, কারণ ছেদন-তল ১-২-এর দ্বারা প্ল্যান কর্তৃত হওয়ায় b -কোণ বাদ পড়িয়াছে, এবং

ইহাতে $1'2'2''1''$, এই আয়তক্ষেত্রের উৎপত্তি হইয়াছে। ইহাকে ছেন-রেখাৰ দ্বাৰা চিহ্নিত কৱিতে হইবে; এবং এ হইতে যে প্রক্ষেপ রেখা উঠিবে, পুরোদৃশ্যে তাহা অনুগ্রহ ধাকিবে বলিয়া $d'a''$ -রেখা ফুটকি ফুটকি হইবে।

সম্পাদন ৩

২.৫. সেণ্টিমিটাৰ ভূজবিশিষ্ট আধাৰ ও ৬.৩ সেণ্টিমিটাৰ উচ্চতাৰ সম-চতুর্কোণ প্রিজমেৰ পুরোদৃশ্য কোন এক শিরেৱ উপৱে দাঁড়ান' অবস্থা দেওয়া আছে। উহার অক্ষরেখা অনুভূমিক ভলেৱ



চিত্ৰ নং 135

সমান্তরাল এবং উক্রাধঃ-ভলেৱ সহিত 45° -ভিত্তিতে আসত। উহার প্রয়ান এক XX' -উক্রাধঃ-ভলেৱ দ্বাৰা খণ্ডিত হইল; খণ্ডিত অবস্থার পুরোদৃশ্য অঙ্গিত কৰ।

অক্ষন : প্ৰথমে এক ভূমিৰেখা অঙ্কিত কৰিয়া তাৰার নৌচে, এবং উহার সহিত 45° -ডিগ্ৰিতে আনন্দ অক্ষৰেখা-বিশিষ্ট প্ল্যান A(BD)CG(HF)E অঙ্কিত কৰ ; উহার অক্ষৰেখাৰ দৈৰ্ঘ্য $6\cdot3$ সেটিমিটাৰ হইবে । প্ল্যানেৰ AC ও EG
ৰেখাৰ প্ৰিজমেৰ দুই পাৰ্শ্বেৰ কৰ্ণ । যেহেতু প্ৰিজমেৰ আধাৰ সম-চতুৰভূগ এবং প্ৰত্যেক বাছ $2\cdot5$ সেটিমিটাৰ, সেহেতু AC ও EG-ৰ দৈৰ্ঘ্য $\sqrt{2} \times 2\cdot5 = 3\cdot525$ সেটিমিটাৰ কৰিয়া হইবে । অক্ষনেৰ সাহায্যে ইহার দৈৰ্ঘ্য নিৰ্ণয় কৰিতে হইলে, ভূমিৰেখাৰ উপৰে এক বৰ্গক্ষেত্ৰ abcd এমন ভাবে অঙ্কিত কৰ যাহাৰ প্ৰত্যেক বাছ $2\cdot5$ সেটিমিটাৰ কৰিয়া হয়, ও উহার এক কোণীয় ধিন্দু d-ৰ উপৰে এমন ভাবে থাকে যে, উহার ad ও dc ভূজৰ ভূমিৰেখাৰ সহিত সমান কোণ (অৰ্থাৎ 45° -ডিগ্ৰি) কৰিয়া থাকে । এইবাৰ ইহার কৰ্ণ ac ঘত দীৰ্ঘ হইবে, প্ল্যান AC ও EG-ৰ দৈৰ্ঘ্যও তত হইবে । এই প্ল্যান সম্পূৰ্ণ কৰিবাৰ পৰ উহার অখণ্ডিত পুৱোদৃশ্য অঙ্কিত কৰ ।

অনন্তৱ, মনে কৰ XX' ,—এই উৰ্ধবাধঃ-তলেৰ ধাৰা প্ৰিজমেৰ প্ল্যান 1, 2, এবং 3-বিন্দুতে খণ্ডিত হইল । যেহেতু AE-ৰেখা প্ৰিজমেৰ এক শিৱ, সে কাৱণে 1-এৰ প্ৰক্ষেপ পুৱোদৃশ্যে ac ৰেখা পৰ্যস্ত উভৰ্তোলিত হইবে ; এইভাৱে 2-হইতে উভৰ্তোলিত প্ৰক্ষেপ-ৰেখা পুৱোদৃশ্যকে $2''$ ও $2'$ বিন্দুছয়ে ছেদ কৰিবে, এবং 3-হইতে উভৰ্তোলিত প্ৰক্ষেপ-ৰেখা $3''$ ও $3'$ বিন্দুছয়ে ছেদ কৰিবে । স্বতৰাং খণ্ডিত অংশেৰ পুৱোদৃশ্য $1'2'3'3''2''1'$,—এই ক্ষেত্ৰেৰ ধাৰা সীমাবদ্ধ হইবে ।

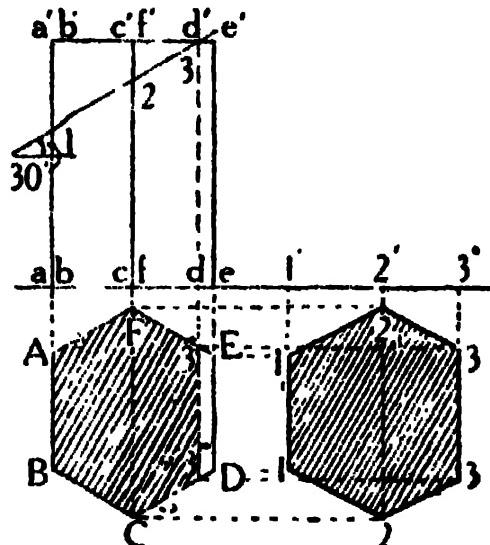
সম্পাদ্য 4

$2\cdot5$ সেটিমিটাৰ উচ্চতা-বিশিষ্ট কোন ষড়ভূজ প্ৰিজম ভূমিৰেখাৰ উপৰে ধাৰা তাৰে দাঢ়াইয়া আছে, এবং উহার দুই সমিহিত বাছ ভূমিৰেখাৰ সহিত সমান আনভিতে রহিয়াছে । ইহার পুৱোদৃশ্য ভূমিৰেখাৰ সহিত 30° -ডিগ্ৰিতে আনন্দ ও উৰ্ধবাধঃ-তলেৰ অনুলম্ব এক ছেদন-তলেৰ ধাৰা খণ্ডিত । ইহার প্ল্যান ও খণ্ডিত অংশেৰ অকৃত আকাৰ অঙ্কিত কৰ ।

অক্ষন : প্ৰথমে সম-ষড়ভূজ প্ল্যান অঙ্কিত কৰিয়া, উহা হইতে প্ৰিজমেৰ

পুরোঙ্কু অঙ্কন কর। অতঃপর ঐ পুরোঙ্কুকে 30° -ডিগ্রিতে আনত ছেদন-তলের ধারা ছেদ কর; এ তল প্রিজমের উর্ধ্বাধঃ শিরগুলিকে 1, 2, 3-বিন্দুতে ছেদ করিয়াছে। উহা হইতে প্রক্ষেপ-রেখা পাত করিয়া, খণ্ডিত প্ল্যানের চিত্র নির্ধারণ কর।

খণ্ডিত অংশের প্রকৃত আকার অঙ্কনের জন্য দক্ষিণপার্শ্বে $1' - 2' - 3'$ = $1 - 2 - 3$ করিয়া চিহ্নিত কর, ও উহা হইতে তিনটি প্রক্ষেপ-রেখা পাতিত কর; আবর প্ল্যানের A, F, 3'', 3'', C, B, —বিন্দু সকল হইতে অনুভূমিক প্রক্ষেপ-রেখা অঙ্কন করিয়া উপযুক্ত বিন্দুতে ছেদ করিয়া $1_1 1_2 2_2 3_2 3_1 2_1 1_1$ —ক্ষেত্র নির্ধারণ কর।



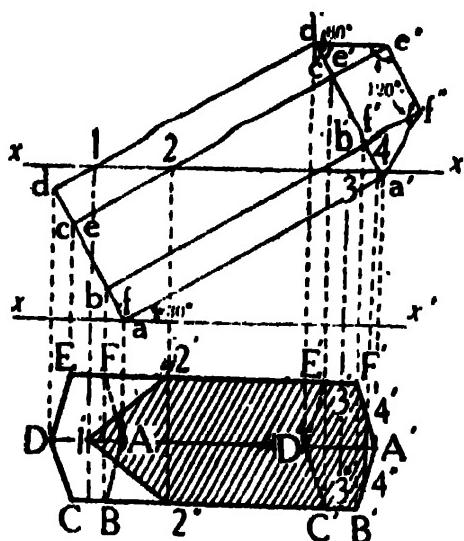
চিত্র নং 136

সম্পাদন ৫

২'৫ সেমিটিমিটার ভূজের ও ৬'৩ সেমিটিমিটার উচ্চতার কোন সম-ষট্কোণী প্রিজম ক্রিডিতলের উপরে এমন ভাবে ঢাকাইয়া আছে যে, তাহার অক্ষরেখা উর্ধ্বাধঃ-তলের সমান্তরাল ও অনুভূমিক তলের সহিত 30° -ডিগ্রিতে আনত। ইহার পুরোঙ্কু এমন এক অনুভূমিক তলের ধারা খণ্ডিত, যাহা প্রিজমকে 1, 2, 3 এবং 4 বিন্দুতে ছেদ করিয়াছে। ইহার খণ্ডিত অবস্থার প্ল্যান অঙ্কিত কর।

অঙ্কনঃ প্রথমে ভূমিরেখা টানিয়া তাহার উপরে 30° -ডিগ্রি আনতিতে ৩'৩ সেমিটিমিটার লম্বা aa' রেখা অঙ্কিত কর। এইবাবে a ও a' -এর সম্বন্ধ 90° -ডিগ্রিতে প্রিজমের আধার-রেখা আঁক। যেহেতু ইহা ষট্কোণী প্রিজম, সে কারণে আধার রেখার দৈর্ঘ্য তাহার বাহুর দিগ্নি হইবে। [অঙ্কনের সাহাব্যে করিতে হইলে, প্রথমে a' বিন্দু হইতে 60° -ডিগ্রি আনতিতে ২'৫ সেমিটিমিটার লম্বা এক রেখা টান; তাহার অপর প্রান্ত হইতে তাহার সহিত 120° -ডিগ্রি করিয়া অন্ত এক রেখা টান, তাহারও দৈর্ঘ্য ২'৫ সেমিটিমিটার হইবে, এবং এই রেখারও

অপৰ প্রান্ত হইতে 120° -ডিগ্ৰি কৱিয়া $2\frac{1}{2}$ সেন্টিমিটাৰ লম্বা তৃতীয় ভূজৰেখা



চিত্ৰ নং 187

টানিয়া তাহাৰ অপৰ প্রান্তৰে সহিত a' কে বোগ কৱিলে $a'd'$ -ৱেখাৰ দৈৰ্ঘ্য পাওয়া যাইবে ; এখন c'' ও f'' কৌণীয় বিন্দুৰ হইতে $a'd'$ -এৰ উপৰে প্ৰক্ষেপ-ৱেখা পাত কৱিলে বাহুগুলিৰ প্ৰক্ষেপিত দৈৰ্ঘ্য পাওয়া যাইবে] । অনন্তৰ আধাৰ-ৱেখাকে সমান পাচভাগে ভাগ কৱিয়া একভাগ $a'b'$, দুইভাগ $b'c'$, এবং একভাগ $c'd'$ রাখিলে $b'f'$ ও $c'e'$ -এৰ অবস্থান পাওয়া যাইবে । এইবাবে

উহা হইতে পুৱোদৃশ্য সম্পূৰ্ণ কৰ ও তাহাৰ প্ৰ্যান অঙ্কিত কৰ ।

অনন্তৰ পুৱোদৃশ্যে xx' এক অনুভূমিক ছেদন-তল টানিয়া প্ৰিজ্মকে 1, 2, 3 এবং 4-বিন্দুতে খণ্ডিত কৰ, এবং তাহা হইতে প্ৰ্যানে প্ৰক্ষেপ-ৱেখা সকল পাতিত কৱিয়া খণ্ডিত অংশেৰ চিত্ৰ সম্পূৰ্ণ কৰ ।

সম্পূৰ্ণ ৬

কোন চতুর্কোণ পিৱামিডেৰ আধাৰেৰ ভূজ $2\frac{1}{2}$ সেন্টিমিটাৰ ও তাহাৰ উচ্চতা 6.35 সেন্টিমিটাৰ ; অনুভূমিক তলেৰ উপৰে তাহাৰ এক বাহু ভূমিৱেখাৰ সহিত সমাঞ্চস্তৰাল কৱিয়া দাঙঢাইয়া আছে । এই পিৱামিডেৰ চুড়া হইতে $2\frac{1}{2}$ সেন্টিমিটাৰ মীচে যে একটি তল-ধাৰা উহা কৰ্তৃত, তাহা ভূমিতলেৰ সহিত 30° -ডিগ্ৰি কোণে আনত, ও উৰ্ধ্বাখণ্ড-তলেৰ অনুলম । ইহাৰ প্ৰ্যান, পুৱোদৃশ্য ও খণ্ডিত অংশেৰ প্ৰকৃত আকাৰ অঙ্কিত কৰ ।

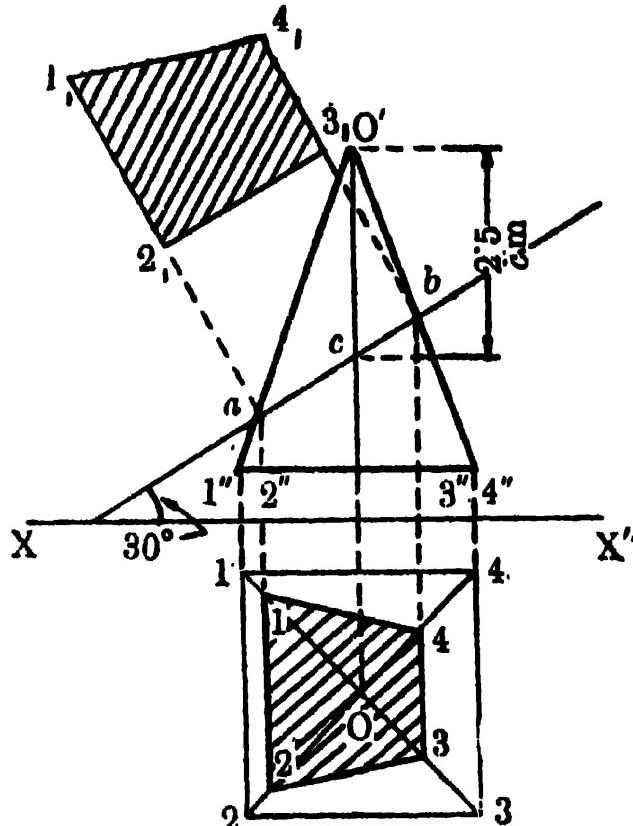
প্ৰথমে চতুর্কোণ পিৱামিডেৰ প্ৰ্যান-স্কেপ 1 2 3 4-বৰ্গক্ষেত্ৰ অঙ্কিত কৰ । 1-3 এবং 2-4 কৌণীয় বিন্দু পৰম্পৰ সংযুক্ত কৱিলে প্ৰ্যানে উহাৰ মীৰবিন্দু O পাওয়া যাইবে । ইহাৰ পুৱোদৃশ্য অঙ্কিত কৱিতে হইলে, 1 এবং 4 কৌণীয় বিন্দু হইতে দুইটি প্ৰক্ষেপ-ৱেখা তৃলিয়া 1" এবং 4"-বিন্দু দুইটিকে

ছেদ-চিত্র বা ধক্ষিণ দৃশ্য

XX' -রেখার সমান্তরালে এক রেখার ধারা সংস্কৃত করিয়া দাও; ইহাই পিরামিডের আধাৰের বাহুৰ দৈৰ্ঘ্য। এইবাবে উহার খাড়া উচ্চতার অন্ত প্র্যান্তের O -বিন্দু হইতে এক প্রক্ষেপ-রেখা তুলিয়া, আধাৰ হইতে $16\cdot35$ সেন্টিমিটাৰ উথৰে O' -বিন্দু পৰ্যন্ত লইয়া থাও, এবং $1''-O'$, ও $4''-O'$ ধারা সংস্কৃত কৰ। ইহাই পিরামিডের অধক্ষিণ অবস্থার পুরোদৃশ্য।

অতঃপৰ XX' -রেখার সঙ্গে 30° -ডিগ্রিতে ছেদন-তলের পুরোদৃশ্য এক সরল রেখা অঙ্কিত করিয়া, তাহাকে পিরামিডের শীর্ষবিন্দু O' হইতে $2\cdot5\text{ cm}$, নীচের c -বিন্দু উপর দিয়া চালিত কৰ, এবং মনে কৰ $aO'b$ -অংশটুকু সরাইয়া লওয়া হইল। তাহা হইলে পুরোদৃশ্যে পিরামিডের $(1''2'')-a-b-(3''4'')$ অংশটুকু অবশিষ্ট থাকিবে। এইবাবে এই অবশিষ্ট অংশের প্র্যান্ত অন্তনের অন্ত a এবং b বিন্দু হইতে দুই প্রক্ষেপ-রেখা পূৰ্বে অঙ্কিত প্র্যান্তের উপরে নামাইয়া দাও। যে বে বিন্দুতে ঐ প্রক্ষেপ-রেখা-দুইটি প্র্যান্তের কৰ্ণস্থলকে ছেদ কৰিবে, তাহাদেৱ এক একটি রেখার ধারা সংস্কৃত করিয়া ছেদিত অংশের প্র্যান্ত লাভকৰ, ও ছেদ-রেখার ধারা। ঐ উৎপন্ন চতুর্ভুজকে নির্দেশ কৰ।

এখন ধক্ষিণ অংশের প্রকৃত আকার পাইবার অন্ত, ছেদ-রেখা ab -ৰ সমান্তরালে ও উপরেৰ দিকে এক রেখা টান, এবং পুরোদৃশ্যের a এবং b -বিন্দুৰ হইতে দুইটি প্রক্ষেপ-রেখা উভোন কৰিয়া উহাকে, বধাক্ষমে, 2_1 এবং 3_1 বিন্দুতে ছেদ কৰিয়া আৱণ উথৰে লইয়া থাও। স্পষ্টই দেখিতে পাওয়া যাইতেছে, ইহাতে



চিত্ৰ নং 138

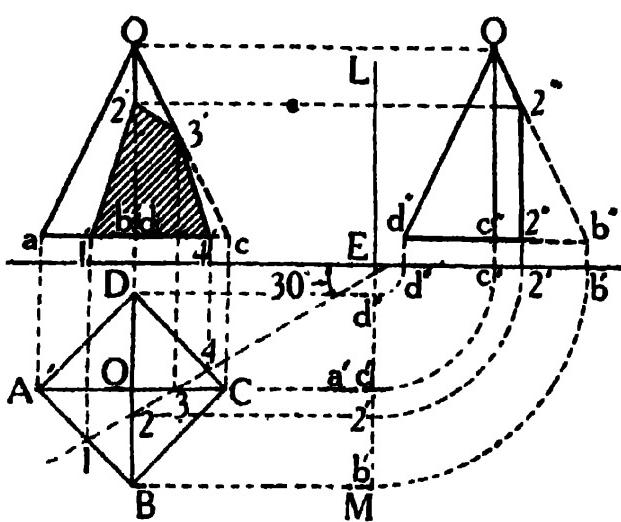
$P_1 \cdot 3_1$ -অংশটুকু ৫৮-র সমান হইল। এবন $P_1 \cdot 1_1$ -রেখাকে প্রয়ানে P_1 -এর সমান, এবং $3_2 \cdot 4_1$ -রেখাকে $3 \cdot 4$ রেখার সমান করিয়া বসাইয়া, $1_1, 2_1, 3_1, 4_1$ -এই চতুর্কোণ ক্ষেত্র অঙ্কিত কর, এবং উহাকে ছেদ-রেখার দ্বারা চিহ্নিত কর।

সম্পাদন ৭

৪.২ সেক্টিমিটার শীর্ষ বাহু ও ৪.৩৬ সেক্টিমিটার উচ্চতার কোল চতুর্কোণ পিরামিড অনুভূমিক তলের উপরে এমন ভাবে অবস্থিত যে, ভূমিরেখার নিকটবর্তী পিরামিডের কোণের সংগ্রাম হৃষ্ট বাহু ঐ রেখার সহিত 45° -ডিগ্রি কোণ আবক্ষ আছে; এবং পিরামিডের প্র্যান এমন এক তলের দ্বারা খণ্ডিত, যাহা উর্ধ্বাধিঃ-তলের সহিত 30° -ডিগ্রি কোণে আবক্ষ, এবং ঐ তল, প্র্যানে, পিরামিডের শীর্ষবিন্দুর 1.25 সেক্টিমিটার স্থুমুখ দিয়া চলিয়া গিয়াছে। এই অবস্থার প্র্যান ও পুরোদৃশ্য অঙ্কিত কর।

অঙ্কন : প্রথমে ভূমিরেখার সহিত 45° -ডিগ্রি কোণ করিয়া চতুর্কোণ পিরামিডের 3.2 সেক্টিমিটার বাহুবিশিষ্ট এক বর্গক্ষেত্র $ABCD$ উহার প্র্যান

রূপে অঙ্কিত কর; আর AC এবং BD যোগ করিয়া পরস্পরের ছেদ বিন্দুতে উহার শীর্ষবিন্দু O -এর স্থান নির্দেশ কর। ইহার পুরোদৃশ্য $aO'c$ - এই ত্রিভুজ; ইহার খাড়া উচ্চতা $(bd)O' = 3.2$ সেক্টিমিটার।



চিত্র নং 139

এবং প্র্যানের O -বিন্দুর 1.25 cm. স্থুমুখ অবস্থিত বিন্দু 2 -কে স্পর্শ করিয়া এক ছেদ-রেখা টোন। মনে কর এই ছেদ-রেখা পিরামিডের প্র্যানকে $1, 2, 3, 4, \dots$ এই চারি বিন্দুতে ছেদ করিল। ঐ বিন্দু সকল হইতে প্রক্ষেপ-রেখা টানিয়া

ପୁରୋଦୃଶ୍ୟର ଉପଥୁକ୍ତ ଭୂଜ ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ଉତ୍ତୋଳନ କର । ମେଥା ବାଇବେ, AB-ର ଉପରେର 1-ବିନ୍ଦୁ ପ୍ରକ୍ଷେପ ପୁରୋଦୃଶ୍ୟର ab ,—ଏହି ଆଧାର-ଭୂଜେର ଉପରେ ପଡ଼ିଯା 1' ଚିତ୍ର ଲାଭ କରିଯାଇଛେ ; ସେଇକ୍ଷଣ, 3-ବିନ୍ଦୁ $O'c$ ଶିରେର ମଧ୍ୟେ 3' ବିନ୍ଦୁ ହଇଯାଇଛେ ; ଏବଂ 4-ବିନ୍ଦୁ $(bd)c$,—ଏହି ଆଧାର-ଭୂଜେର 4'-ବିନ୍ଦୁଙ୍କପେ ପ୍ରକ୍ଷେପିତ ହଇଯାଇଛେ । କିନ୍ତୁ ପ୍ରାନେର OB-ର ଉପରେର ୨-ବିନ୍ଦୁ ପ୍ରକ୍ଷେପ ଏକପ ସରାସରି ଭାବେ ପାଇତେ ପାରା ଥାମ୍ବ ନା । ତାହିଁ ଉକ୍ତ ପାଇବାର ଅନ୍ତ ପାର୍ଶ୍ୱ-ଦୃଶ୍ୟ ଅଛିତ କରିତେ ହଇବେ ।

ଇହାର ଅନ୍ତ ଏକ ଉର୍ଧ୍ଵାଧଃ-ବେର୍ଖା LEM ଟାନ, ଏବଂ EM ବେର୍ଖାର ଉପରେ B, 2, C ଓ D-ବିନ୍ଦୁ ହଇତେ ଅନୁଭୂମିକ ଭାବେ ପ୍ରକ୍ଷେପ କରିଯା 6', 2' ($a'c'$) ଓ d' ବିନ୍ଦୁଙ୍କପି ନିରକ୍ଷଣ କର । ଅନ୍ତର E-କେ କେନ୍ଦ୍ର, ଓ Ea' , Ec' , $E2'$ ଏବଂ Eb' -କେ ବ୍ୟାସାଧ ଲାଇଁ । ଏକ ଏକ ବୃତ୍ତପାଦ ଅଛିତ କରିଯା ଆଧାର-ବେର୍ଖା $d''b''$, ଓ ମଧ୍ୟଶିରେର ବେର୍ଖାର c'' -ବିନ୍ଦୁ ଲାଭ କରିଯା ତାହାକେ ଉଚ୍ଚେ ବର୍ଧିତ କର , ଏବଂ O' ବିନ୍ଦୁ ହଇତେ ଅନୁଭୂମିକ ପ୍ରକ୍ଷେପ ଟାନିଯା ଉହାକେ O'' -ବିନ୍ଦୁତେ ହେଦ କର ; ଉହାଇ ପିରାମିଡେର ପାର୍ଶ୍ୱ-ଦୃଶ୍ୟର ଶୀଘ୍ରବିନ୍ଦୁ । O'' -ଏର ସଙ୍ଗେ d'', c'' , ଏବଂ b'' ଘୋଗ କରିଲେ ପାର୍ଶ୍ୱ-ଦୃଶ୍ୟ ହଇଲ । ଏହିବାବ ୨"-ବିନ୍ଦୁ ହଇତେ ଉର୍ବେ ପ୍ରକ୍ଷେପ-ବେର୍ଖା ଉତ୍ତୋଳିତ କରିଲେ ଉହା $O''b''$ -ଭୂଜେବ ୨''' ବିନ୍ଦୁତେ ସ୍ପର୍ଶ କରିବେ । ଏଥିନ ଐ ୨'''-ବିନ୍ଦୁ ହଇତେ ପୁରୋଦୃଶ୍ୟର ଦିକେ ଅନୁଭୂମିକ ପ୍ରକ୍ଷେପ-ବେର୍ଖା ଚାଲିତ କରିଲେ ଉହା $O'-(bd)$ ବେର୍ଖାକେ ଯେ ବିନ୍ଦୁତେ ସ୍ପର୍ଶ କରିବେ, ତାହାଇ ପ୍ରାନେ ୨-ବିନ୍ଦୁ ପ୍ରକ୍ଷେପ , ଇହାକେ ୨' ବଲିଯା ନିର୍ଦେଶ କର ।

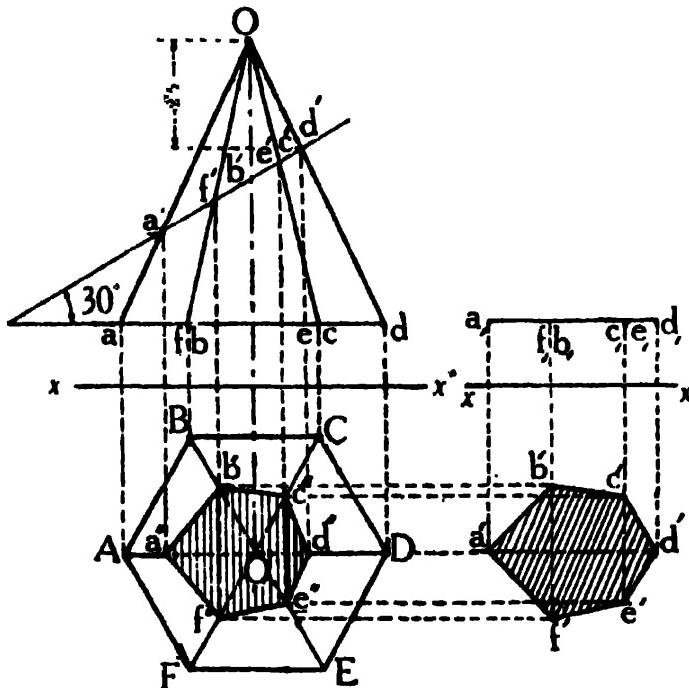
ସର୍ବଶେଷେ 1'-2', 2'-3', 3'-4' ଘୋଗ କର, ଓ ଏହି ସକଳ ବେର୍ଖାର ଦ୍ୱାରା ଶୀଘ୍ରବିନ୍ଦୁ ପିରାମିଡେର କ୍ଷେତ୍ର $1'2'3'4'1'$ -ଇ ଧନ୍ତିତ ଅଂଶ ।

ସମ୍ପାଦନ ୪

୩'୨ ସେଣ୍ଟିମିଟାର ଦୀର୍ଘ ଆଧାରେର ଭୂଜ ଏବଂ ୬'୩ ସେଣ୍ଟିମିଟାର ଥାଙ୍ଗ ଉଚ୍ଚତା-ବିଶିଷ୍ଟ କୋନ ସମ-ସଟିକୋଣୀ ସଡ଼କୁଜ ପିରାମିଡ, ଉହାର ଆଧାରେ ଏକ ବାହୁ ଉର୍ଧ୍ୱାଧଃ-ତଳେର ଶାଖାନ୍ତରାଳେ ଭୂମିତଳେର ଉପରେ ଅବସ୍ଥିତ । ଐ ପିରାମିଡେର ପୁରୋଦୃଶ୍ୟକେ ଭୂମିରେଖାର ସହିତ 30° -ଡିଗ୍ରିତେ ଆନନ୍ଦ, ଓ ଉର୍ଧ୍ୱାଧଃ-ତଳେର ଅନୁଲଭ ଏକ ତଳେର ଦ୍ୱାରା ଧନ୍ତିତ କରା ହିଁଲ ; ଐ ତଳ ପିରାମିଡେର ଶୀଘ୍ରବିନ୍ଦୁ ହଇତେ ଚାଲୁ ଶିରେର ୨'୪ ସେଣ୍ଟିମିଟାର

মীচে দিয়া চলিয়া গিয়াছে। খণ্ডিত পিৱামিডেৰ প্ল্যান, পুৱোদৃশ্য, ও খণ্ডিত অংশেৰ প্রকৃত আকাৰ অক্ষিত কৰ।

অকল : প্রথমে $3\frac{1}{2}$ সেটিমিটাৰ ভূজেৰ পিৱামিডেৰ প্ল্যান অক্ষিত কৰ, এবং উহার কোণীয় বিন্দু সকল হইতে প্রক্ষেপ-ৱেখা উভোলন কৰিয়া পুৱোদৃশ্যেৰ



। নং 140

আধাৱ-ৱেখা $a(f'b)(ec)d$ নিৰ্ণয় কৰ ; প্ল্যানেৰ শীৰ্ষবিন্দু O -হইতে উচ্চে প্রক্ষেপ-ৱেখা উভোলন কৰিয়া, আধাৱ ৱেখা হইতে $6\frac{1}{5}$ সেটিমিটাৰ উচ্চে পুৱোদৃশ্যেৰ শীৰ্ষবিন্দু “ O ” নিৰ্দিষ্ট কৰিয়া oa , $o(f'b)$, $o(ec)$, এবং od ৰোগ কৰিয়া পুৱোদৃশ্য সম্পূৰ্ণ কৰ।

এইবাৰ এই পুৱোদৃশ্যে ভূমিৱেখাৰ সহিত 30° -ডিগ্ৰিতে আনত ছেদন-তলেৰ ৱেখা এমন ভাবে আক বে উহা শীৰ্ষবিন্দু O হইতে, Od -ৱেখাৰ $2\frac{1}{5}$ সেটিমিটাৰ মীচে দিয়া চলিয়া থাক। ইহাতে পিৱামিডেৰ প্রত্যেক শিৰ a' , $(f'b')$, $(e'c')$ ও d' বিন্দুতে খণ্ডিত হইবে। এখন এই সকল বিন্দু হইতে অধোদিকে প্রক্ষেপ-ৱেখা কেলিয়া, প্ল্যানেৰ উপৰ দিয়া ছেদন-তল ধাওয়াৰ বিন্দুগুলি নিৰ্ণয় কৰ ; এবং ত্ৰি বিন্দুগুলি ৰোগ কৰিয়া, ও ছেদ-ৱেখা টানিয়া প্ল্যানেৰ ছেদিত দৃশ্য সম্পূৰ্ণ কৰ।

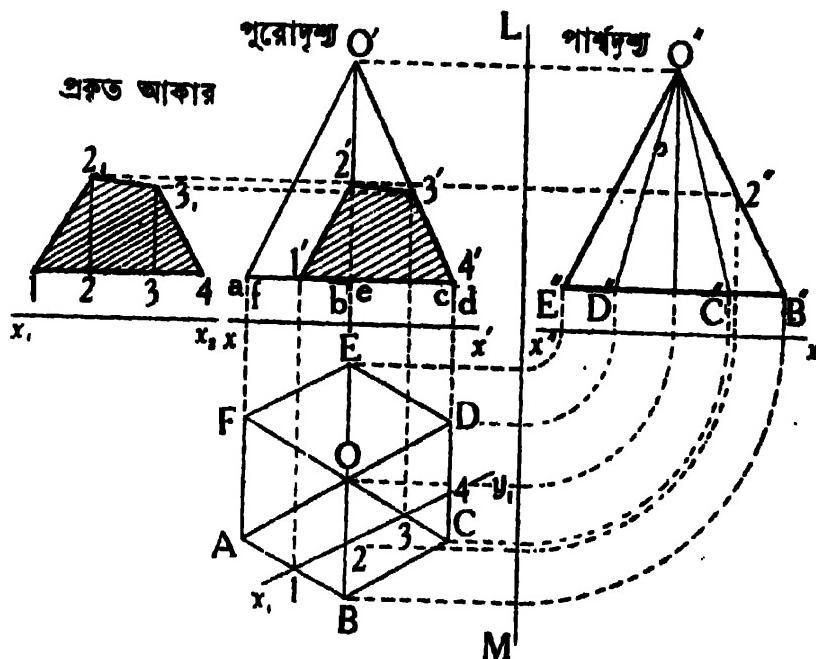
খণ্ডিতাংশেৰ প্রকৃত আকাৰ অকলেৰ অন্ত, ছেদ-ৱেখাৰ $a'd'$ -এৰ সমান কৰিয়া

এক সরলরেখা $a_1 d_1$ অঙ্কিত কর, এবং $a_1 (f_1 b_1) = a'(f'b')$; $(f_1 b_1)(e_1, c_1) = (f'b')(e'c')$; এবং $-(e_1, c_1) d_1 = (e'o')d'$ করিয়া দাগ দাও। এই বিন্দুগুলি হইতে নৌচে প্রক্ষেপ-রেখা পাতিত কর, এবং প্রান্তের a'', b'', c'' ,—ইত্যাদি বিন্দু হইতে অনুভূমিক প্রক্ষেপ টানিয়া উহাদিগকে উপযুক্ত বিন্দুতে ছেদ কর, এবং তাহাদিগকে রেখার দ্বারা সংযুক্ত করিয়া ছেদ-রেখা অঙ্কিত কর।

সম্পাদ্য ৭

সম্পাদ্য ৫.-এর সম-বটকোণী পিরামিড ভূমিতলে এমনভাবে রূপান্তরিত করিয়া দেওয়া হইলে, উহার দুই সম্মিলিত বাহু ভূমিরেখার সহিত সমান কোণে আনত ; ঐ পিরামিডকে এক ছেদন-তলের দ্বারা চিত্রে প্রদর্শিত প্রকারে খণ্ডিত করা হইয়াছে। ইহার কর্তিত অবস্থার পুরোপুরি এবং খণ্ডিত অংশের প্রকৃত আকার অঙ্কিত করিয়া দেখাও।

অঙ্কন : ভূমিরেখার নির্দিষ্টকে উহার অনুলমভাবে এক উর্ধ্বাধঃ-রেখা টান, এবং ঐ রেখার সমিতি উভয়দিকে 60° -ডিগ্রি করিয়া, $3\frac{1}{2}$ সেক্টিয়েটার দৈর্ঘ্যের



চিত্র নং 141

হই রেখা EF ও ED অঙ্কিত কর, এবং ঐ দুই রেখাকে হই বাহু করিয়া একটি সম-বড় ভূজ EFABOD অঙ্কিত কর ; উহাদের বিপরীত কোণীয় বিন্দুগুলির

প্রতিচ্ছেদ-বিন্দু (point of intersection) "O"। এখন এই প্ল্যানকে x_1y_1 -ছেদন-তলের দ্বারা ছেদ কর; মনে কর, ঐ ছেদন-তল AB-কে 1-বিন্দুতে, OB-কে 2-তে, OC-কে 3-তে, এবং CD-কে 4-এ ছেদ করিল।

পিরামিডের অবস্থার পুরোদৃশ্য ($af'O'(cd)$),—এই ত্রিভুজ গঠন কর : এর উচ্চতা (be) O' , সম্পাদ্য 5.-এ প্রদত্ত 6'3 সেন্টিমিটার। অন্তর্নির্মাণ 1, 2, 3, 4,-বিন্দু সকল হইতে, যথাক্রমে, $af-be$ -র উপরে 1', $O'-cd$ -এর উপরে 3' আর (cd) -বিন্দুর সঙ্গে যিনিত 4',-বিন্দুগুলি নির্ণয় কর। 2-এর প্রক্ষেপ পাইবার অন্ত সম্পাদ্য 4.-এর অনুরূপ এক উর্ধ্বাধঃ-তল LM অঙ্কিত কর, এবং E, D, O, C, 2 এবং B-বিন্দু সকল হইতে অনুভূমিক প্রক্ষেপ-রেখা LM পর্যন্ত অঙ্কন করিয়া, পুরোদৃশ্যের ভূমিরেখার π' -কে বর্ধিত করিলে যে বিন্দুতে উহা LM-রেখা স্পর্শ করে, তাহাকে কেন্দ্র করতঃ, ঐ ঐ প্রক্ষেপিত বিন্দুগুলিকে ব্যাসাধ লইয়া এক একটি বৃক্ষপাদ অঙ্কিত করিয়া পার্শ্ব-দৃশ্যের নৃতন ভূমিরেখা $x''x''$ পর্যন্ত লইয়া আইস, এবং তথা হইতে পার্শ্ব-দৃশ্যের আধাৰ-রেখা E'B"-এর উপরে উর্ধ্বাধঃ-দিকে উত্তোলিত কর। প্ল্যানের O-এর প্রক্ষেপ রেখাকে উর্ধে উত্তোলন করিয়া, পুরোদৃশ্যের O' হইতে অনুভূমিক প্রক্ষেপ-রেখার দ্বারা ছেদ কর ; ইহাই পার্শ্ব-দৃশ্যে পিরামিডের শীর্ষবিন্দু O"। এইবার এই পার্শ্ব-দৃশ্য সম্পূর্ণ কর।

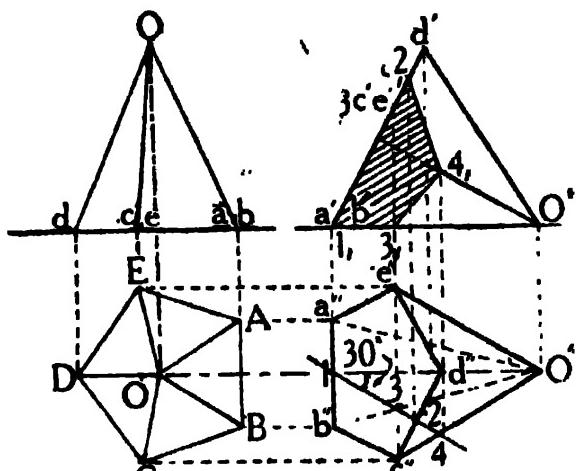
অন্তর্নির্মাণ 2-এর প্রক্ষেপকে উর্ধে চালিত করিয়া O"B" রেখার 2"-বিন্দু পর্যন্ত পৌছাও ; এবং উহা হইতে বাম দিকে অনুভূমিক প্রক্ষেপ-রেখা প্রস্তুত করিয়া পুরোদৃশ্যের অক্ষরেখার সহিত 2'-বিন্দুকে স্পর্শ কর। এইবার পূর্বপ্রাপ্ত 1'2'3'4',—এই বিন্দুগুলি রেখার দ্বারা সংযুক্ত করিলে খণ্ডিত অংশের পুরোদৃশ্য পাওয়া যাইবে।

এই খণ্ডিত অংশের প্রস্তুত আকারের অন্ত আর একটি অনুভূমিক রেখা x_1x_2 , গ্রহণ কর, এবং প্ল্যান হইতে 1-2, 2-3, এবং 3-4,-এর দূরত্ব লইয়া 1-2-3-4 রেখা অঙ্কিত কর। এইবার ইহার আধাৰের 2-হইতে উত্তোলিত প্রক্ষেপ-রেখাকে পার্শ্ব-দৃশ্যের 2'-বিন্দু হইতে প্রক্ষেপিত অনুভূমিক রেখার দ্বারা ছেদ করিয়া 3_1 -বিন্দু লাভ কর ; এইরূপ, পুরোদৃশ্যের 3' বিন্দুর প্রক্ষেপ হইতে 3_1 -বিন্দু লাভ কর। এই বিন্দুগুলিকে সংযুক্ত করিলে, খণ্ডিত অংশের প্রস্তুত আকার পাওয়া হইল।

সম্পাদনা 10.

আধাৱেৰ ভূজ ৩'২ সেক্টিমিটাৰ দীৰ্ঘ ও ৬'৩ সেক্টিমিটাৰ উচ্চতা বিশিষ্ট কোন এক সম-পঞ্চকোণী পিৱামিড অনুভূমিক তলেৰ উপৱে উহাৰ কোন এক ত্ৰিকোণাকাৰ ঢালু তল (triangular face) বলিয়া অবস্থান কৱিতেছে; তখন উহাৰ অক্ষরেখা উৰ্ধৰ্ণিধঃ-তলেৰ সহিত সমান্তৰালে অবস্থিত। এই অবস্থায় উহাৰ প্র্যানকে এখন এক ছেদন-তল দিয়া খণ্ডিত কৱা হইল বাহা উৰ্ধৰ্ণিধঃ-তলেৰ সহিত 30° -ডিগ্ৰিতে আনত। ইহাৰ খণ্ডিত পুৱোদৃশ্য অঙ্কিত কৱ।

অনুনঃ পিৱামিডেৰ কোন এক ত্ৰিকোণাকাৰ ঢালু তল অনুভূমিক



চিত্ৰ নং 142

উহাকে ABO-ঢালুতলেৰ উপৱে শোয়ান' অবস্থাৰ পুৱোদৃশ্য আক, এবং তাৰ প্র্যানও আক।

এইবাৰ এই প্র্যানে, ভূমিৰেখাৰ সহিত 30° -ডিগ্ৰিতে আনত ছেদন-তলেৰ দ্বাৰা পিৱামিডকে ১ ২ ৩ ৪-বিন্দুতে ছেদ কৱ। অতঃপৰ ঐ সকল বিন্দু হইতে এক এক প্ৰক্ষেপ-ৱেখা উভোলন কৱিয়া, পুৱোদৃশ্যকে 1_1 2_1 3_1 4_1 বিন্দুতে ছেদ কৱ, এবং ঐ বিন্দু সকলকে পৰম্পৰাৰ সংযুক্ত কৱিয়া ছেদিত অংশেৰ পুৱোদৃশ্য গঠন কৱ।

তলেৰ উপৱে অবস্থিত বলিয়া প্ৰথম অবস্থাৰ প্র্যানে, বখন উহা খাড়াভাবে বলিয়া আছে, তখন উহাৰ কোন এক বাহ, (বথা AB), উৰ্ধৰ্ণিধঃ-ভাবে ধাকিবে; তাই পঞ্চভূজেৰ এক ভূজ AB-কে উৰ্ধৰ্ণিধঃ দেখাইয়া পঞ্চভূজ, এবং উহার পুৱোদৃশ্য অঙ্কিত কৱ। এইবাৰ ডানপাশে,

পদ্ধতিমূল পরিচয়ের বিভিন্ন উপাদান প্রদর্শন করার পদ্ধতি

যন্ত্রশিল্পে সচরাচর বেসব উপাদান ব্যবহৃত হয়, নজায় তাহা প্রদর্শন করিতে হয় ; কারণ সম্পূর্ণাত্মক নজা এমন হইতে হয়, যাহাতে কেবলমাত্র উহাকে অবলম্বন করিয়াই কারিগর সেই বস্তু অথবা যন্ত্রাংশ নির্মাণ করিতে সমর্থ হয়, তাহাকে মুখে আর কিছু বলিতে না হয়। যদ্বের কোন অংশ কি ধাতুর (বধা, ঢালাই-

বিভিন্ন উপাদানের সাংকেতিক চিহ্ন



Cast Iron (C.I.)
ঢালাই লোহা



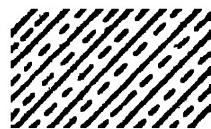
Cast Steel (c.s.)
ঢালাই ইস্পাত



Steel
ইস্পাত



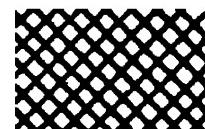
Wrought
Iron (W.I.)
বাংলা বা
পেটা লোহা



Brass, Copper &c.
পিতল, তামা প্রভৃতি
মিশ্র ধাতু



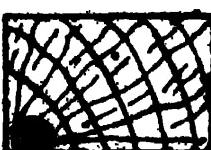
Aluminium &c.
অ্যালুমিনিয়ম ও
উহার মিশ্রধাতু



Lead, Zinc,
Babbitt Metal
সীমক, দস্তা, ব্যাবিট কাঠ (দীর্ঘচেদ)
মেট্যাল



Wood (Longi-
tudinal section)



Wood
(cross-section)
কাঠ (প্রস্তুত)



Concrete
কংকীট

Bakelight, Mica,
Fibre, Electrical
Insulation &c.

বেকেলাইট, অ্যার প্রভৃতি

লোহা, বাংশালোহা, পিতল, তামা, সীসা, প্রভৃতি), কিংবা কোনটা কাচের, এবোনাইট-এর, ইত্যাদি, তাহা জানাইবার সর্বগ্রাহ সাংকেতিক চিত্র আছে । পূর্ব পৃষ্ঠায় তাহার প্রধান প্রধান কয়েকটি দেওয়া হইল । তবে আমরাগুলি এই প্রথার বদলে বহুক্ষেত্রে যত্নের ভিন্ন ভিন্ন অংশে ১, ২,... প্রভৃতি করিয়া সংখ্যা দেওয়া হয়, ও নম্বার নৌচের দিকে ডানদিকে একটি তালিকা দেওয়া হয়, তাহাতে, অবশ্যারে, ১, ২,... ইত্যাদি সংখ্যা, ঐ অংশের নাম, যে উপাদানে উহা নির্মিত হইবে তাহার নাম, এত্যেক অংশ সংখ্যার কতগুলি নির্মিত হইবে তাহার উল্লেখ, প্রভৃতি সেখা থাকে । অন্ত প্রথা অঙ্গসারে আবার অংশ সকলের অস্ততঃ কিম্বদংশকে অমূভূমিক রেখাৰ সহিত 45° -জিয়ি আনতিতে ছেদিত (in section)-ভাবে প্রদর্শন করিয়া, তাহার গামে C.I. (ঢালাই-লোহার সংক্ষেপ), C.S. (ঢালাই-ইল্পাতের সংক্ষেপ), ইত্যাদি লিখিয়া উপাদান বুরান' হইয়া থাকে ।

ଶ୍ରୋତୁଶ ପରିଚୟ

ସ୍କେଲ (Scale) ବା 'ମାନକ'

ସହି କୋନ ସାଧାରଣ ଆସନ୍ତରେ କାଗଜେର ଉପରେ କୋନ ଏକ ବୃଦ୍ଧ ସାମଗ୍ରୀର ଅତିକ୍ରମ ଅକ୍ଷିତ କରିବାର ଚେଷ୍ଟା କରା ଯାଏ, (ସଥା କୋନ ସାମଗ୍ରୀର ପରିମାପ $5' \text{ ଫୁଟ} \times 10' \text{ ଫୁଟ}$ ଆର୍ଥିକ କାଗଜେର ଆସନ୍ତନ ମାତ୍ର $14'' \text{ ଇଞ୍ଚ} \times 10'' \text{ ଇଞ୍ଚ}$), ତବେ ତାହା ସେ ଅସଂବ୍ଧ, ଇହା ବଲିବାର ଆବଶ୍ୟକ କରେ ନା । ଏହିକ୍ରମ, ପୃଥିବୀର ଅଧିବାକୋନ ଦେଖେର, ଏମନ କି କୋନ ଗ୍ରାମେର ମାନଚିତ୍ରର ଠିକ ମାପମତ ଅକ୍ଷିତ କରା ତାହା ହିଁଲେ ଅସଂବ୍ଧ ହୁଏ । କିନ୍ତୁ ସହି ତାହା କରିତେଇ ହୁଏ, (ଏବଂ ନିୟମତି ତାହା କରା ହିଁଲା ବାଧିବା ଥାକେ), ତବେ ଅକ୍ଷନୀୟ ବଞ୍ଚିଟିର ବିଭିନ୍ନ ଅଂଶେର ମଧ୍ୟେର ଅନୁପାତ ବଜାସ ବାଧିବା ଛୋଟ ଆକାରେର ଏକଟି ଚିତ୍ର ଅକ୍ଷିତ କରା ଯାଇତେ ପାରେ । ଉଦ୍ଧାରଣ ସଙ୍କଳନ, ସହି ଚିତ୍ରେର ସର୍ବଜ ଆସନ ବଞ୍ଚର ପ୍ରତି ଫୁଟ ଦୈର୍ଘ୍ୟକେ $3''$ -ଇଞ୍ଚ ଦୈର୍ଘ୍ୟ ଦ୍ୱାରା ନିର୍ଦ୍ଦେଶ କରା ଯାଏ, ତବେ ଉପରୋକ୍ତ $5' \text{ ଫୁଟ} \text{ ଦୈର୍ଘ୍ୟ } 3'' \times 5' = 15'' \text{ ଇଞ୍ଚ}$, ଏବଂ $3'' \times 10' = 30'' \text{ ଇଞ୍ଚ}$ ଦ୍ୱାରା ସମ୍ପୂର୍ଣ୍ଣଭାବେ ସାମଗ୍ରୀଟିର ନଜ୍ମା କରା ଯାଇତେ ପାରିବେ । ସେହିକ୍ରମ ଆବାର, $10'' \text{ ଇଞ୍ଚ} \text{ ଦୈର୍ଘ୍ୟ } 10'' \times 3 = 30 \text{ ଫୁଟ} \text{ ଦୈର୍ଘ୍ୟ}$ ପ୍ରଦର୍ଶିତ ହିଁଲେ ପାରିବେ । ଏମନ ଫୁଟେ ବଳା ହୁଏ, ନଜ୍ମାର ସ୍କେଲ (Scale) ପ୍ରତି ଫୁଟେ ତିନ ଇଞ୍ଚ (3" inch to the foot) ।

ଏଥିନ ସହି ନଜ୍ମାର ଧାନିକଟା ଦୈର୍ଘ୍ୟ ମାପା ଯାଏ, ଆର ପ୍ରକୃତ ବଞ୍ଚର ତତ୍ତତା ଦୈର୍ଘ୍ୟ ଘନଟା ନିର୍ଦ୍ଦେଶ କରିତେଇ ତାହା ଦିଲା ଭାଗ କରା ଯାଏ, ତବେ ତାହାତେ ସେ ଭାଗାଂଶ ପାଇସା ଗେଲ, ତାହାକେ ଇରାଜୀତେ Representative fraction (ସଂକ୍ଷେପେ R.F.) ବଲେ ; ଅର୍ଥାତ୍—

$$R.F. = \frac{\text{ନଜ୍ମାର ଅକ୍ଷିତ ଦୈର୍ଘ୍ୟ } (3'' \text{ ଇଞ୍ଚ})}{\text{ଅକ୍ଷିତ ବଞ୍ଚର ପ୍ରକୃତ ଦୈର୍ଘ୍ୟ} (1 \text{ ଫୁଟ})} = \frac{3}{1' \times 12} = \frac{1}{48} \text{ ହିଁବେ ।}$$

ଏହିଭାବେ—

ସହି $\frac{1}{48}$ ଇଞ୍ଚ-ଏ 1 ଫୁଟ ନିର୍ଦ୍ଦେଶ କରେ, ତବେ ସ୍କେଲେର R.F. = $\frac{1}{48}$,

" $\frac{1}{48}$ ଇଞ୍ଚ-ଏ " " " " " " = $\frac{1}{48}$,

" 1" " " " " " " = $\frac{1}{48}$,

$$\text{যদি } 1\frac{1}{2}'' \text{ ইঞ্চি-এ } 1 \text{ ফুট নির্দেশ করে, তবে ক্ষেত্রের R.F. = \frac{\frac{3}{2}}{2} \times \frac{1}{12} = \frac{1}{8},$$

$$\text{” } 4'' \text{ ” ” ” ” ” } = \frac{1}{3},$$

$$\text{” } 4\frac{1}{2}'' \text{ ” ” ” ” ” } = \frac{\frac{9}{2}}{2} \times \frac{1}{12} = \frac{3}{8},$$

$$\text{” } 6'' \text{ ” ” ” ” ” } = \frac{1}{2} \text{ হইবে।}$$

$$\text{স্থতৰাঃ যদি } 1'' \text{ ইঞ্চি-এ } 1 \text{ গজ নির্দেশ করিতে হয়, তবে R.F. = \frac{1}{1 \times 12 \times 3} = \frac{1}{36},$$

$$\text{এবং } " 1'' \text{ ” } 1 \text{ চেন } " " " = \frac{1}{12 \times 66} = \frac{1}{792} \text{ হইবে।}$$

তেমনি 1 মিলিমিটার ($mm.$)-এ 1 সেন্টিমিটার ($cm.$) নির্দেশ করিলে R.F. = $\frac{1}{10}$,

$$1 \text{ ” ” } 1 \text{ ডেসিমিটার } (dm.) \text{ ” ” ” } = \frac{1}{100},$$

$$1 \text{ ” ” } 1 \text{ মিটার } (m) \text{ ” ” ” } = \frac{1}{1000}$$

হইবে। আর যদি নক্কায় প্রদর্শিত কোন দৈর্ঘ্য আসল বস্তুর দৈর্ঘ্যের সমান হয়, তখন যে নক্কার R.F. = $\frac{1}{2} = 1$ হইবে; তখন তাহার ইংরাজী নাম full-sized drawing। বাংলায় পূর্ণাঙ্গত নক্কা। কোন বস্তুর নক্কা করিতে হইলে তাহা পূর্ণাঙ্গত হইলেই সর্বোচ্চ, অভাবে নক্কার ক্ষেত্র যত বড় হয়, তাহার দিকে দৃষ্টি রাখিতে হইবে। পক্ষান্তরে, যদি কোন অতি ক্ষুদ্র বস্তুর নক্কা করিতে হয়, তখন নক্কার ক্ষেত্র আসল বস্তুর দ্বিগুণ, তিনগুণ, চারগুণ,—ইত্যাদি করিতে হয়, ইহাতে ঐ ক্ষুদ্র বস্তুতে বে-সব খূটিনাটি (details) আছে, তাহাকে বৃহত্তর করিবা দেখান' বাইতে পারে। উদাহরণ স্বরূপ, যদি হাতঘড়ির (wrist watch-এর) কোন ক্ষুদ্র অংশক তৈয়ার করিতে দিবার প্রয়োজন হয়, তবে বর্ধিত আকারের নক্কা করা অপরিহার্য। তেমন ক্ষেত্রে নক্কার R.F. তথাংশকে নির্দিষ্ট না হইয়া $2, 3, 4, \dots$ ইত্যাদি অঙ্ক দ্বারা একান্ত হইবে। ইহাকে ইংরাজীতে “enlarged scale”) বলে। শেষ কথা এই যে, যে ক্ষেত্রই গ্রহণ করা হউক, বরাবর যেন সেই ক্ষেত্র অন্তর্বাসী R.F.-ই ব্যবহার করা হয়; তবেই নক্কার পারস্পরিক সংস্কৃত বর্জায় থাকিবা চিত্রটিকে আসল বস্তুর ক্ষুদ্র অথবা বৃহৎ, অবিকল অতিরুতি প্রদান করিবে।

ক্ষেল-অক্ষন প্রণালী

ক্ষেল হই প্ৰকাৰেৰ হইয়া থাকে ; প্ৰথম, যে ক্ষেলে ষে-কোন দ্বুইটি মাপ পাওয়া যাব,—যেমন ইঞ্চ ও তাহাৰ দশমাংশ, অষ্টমাংশ, বোডশাংশ ; ফুট ও ইঞ্চ, দশ-দশ মাইল ও মাইল ইত্যাদি ; ইহাদেৱ “সাধাৰণ” ক্ষেল ইংৰাজীতে “Plain scales” বলে ; আৱ দ্বিতীয়,—যে ক্ষেলে তিনিটি মাপ পাওয়া যাব, যেমন, ইঞ্চ তাহাৰ দশমাংশ, শতমাংশ ; গজ, ফুট ও ইঞ্চ ; শত-মাইল, দশ-মাইল ও মাইল ; এগুলিৰ ইংৰাজী নাম “Diagonal scales” ;—বাংলায় “কৰ্ণমানক” বলা যাইতে পাৰে । নম্বাৰ যে “ক্ষেল” ব্যবহাৰ হয়, তাহাৰ বাংলা পৱিভাৰটি “মানক” ; তবে ইহাকে “ক্ষেল” বলাও গ্ৰাহ হইবে ।

সাধাৰণতঃ ক্ষেলেৰ দৈৰ্ঘ্য পাঁচ হইতে ছয় ইঞ্চ কৰা প্ৰশংস্ত, অথবা উহাৰ যত কাছাকাছি হয় । তবে আবশ্যক হইলে ১২" ইঞ্চ লম্বাৰ কৱিতে হইতে পাৰে । ইহা নিৰ্ভৱ কৰে, অধিকতম দৈৰ্ঘ্য বা দূৰত্ব যতটা মাপিতে হইতে পাৰে, তাহাৰ উপৰ ।

(i) “সাধাৰণ” ক্ষেল বিন্দীগৱেৰ প্রণালী :

উদাহৰণ (1) : যদি ২ ফুট ৪ ইঞ্চ দৈৰ্ঘ্যকে ক্ষেলেৰ ২"-ইঞ্চে দেখাইতে হয়, তবে তাহাতে ফুট ও ইঞ্চ দেখাইয়া এক ক্ষেল রচনা কৰ ।

(a) প্ৰথমে ক্ষেলেৰ R.F. নিৰ্ণয় কৱিতে হইবে :

$$\text{R. F.} = \frac{\text{ক্ষেলে প্ৰদৰ্শিত দৈৰ্ঘ্য}}{\text{প্ৰকৃত দৈৰ্ঘ্য}} = \frac{2''}{2'-8''} = \frac{2''}{32''} = \frac{1}{16} \text{।}$$

$$\text{এখন } 2'' = 2' - 8'' = 2\frac{8}{16} \text{ ফুট} ;$$

$$\text{শতমাঃ } 1'' = \frac{2\frac{8}{16}}{2} = \frac{8}{2} = 4 \text{ ফুট} ;$$

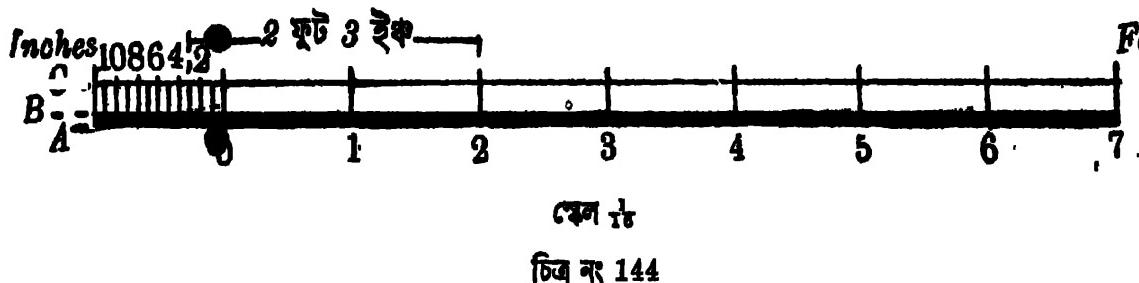
$$\text{অতএব } 6'' = \frac{6}{4} = 1.5 \text{ ফুট} .$$

(b) এইবাৰ তিনিটি এমন সমান্তৰাল অনুভূমিক ৱেখা অঙ্কিত কৰ, যাহাৰ মাবেৰ ৱেখা (B) নৌচেৱ ৱেখা (A)-এৱ $\frac{1}{20}$ উপৰে থাকে, আৱ উপৰেৰ

ৱেখা (C) মাবেৰ ৱেখাৰ $\frac{2}{20}$ উপৰে থাকে । ইহাদেৱ প্ৰত্যেকেৰই দৈৰ্ঘ্য 6-ইঞ্চ

হইবে। এখন এই 6"-ইঞ্চকে আট সমান ভাগে ভাগ কর ; তাহা হইলে ক্ষেত্রের প্রত্যেক ভাগ 1 ফুট নির্দেশ করিবে (চিত্র নং 144) ।

(c) অতঃপর বাঁদিকের প্রান্ত হইতে প্রথম ভাগ-চিহ্ন পর্যন্ত সূরঘকে 12 সমান ভাগে ভাগ করিলে, প্রত্যেক ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র অংশ এক ইঞ্চ (1 inch) নির্দেশ করিবে ।



(d) বাঁদিকের প্রান্ত হইতে আবস্থ করিয়া, প্রথম ভাগ-চিহ্নের নীচে শুল্ক (0) মুদ্রিত কর, এবং 0 হইতে বাঁদিকের ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র রেখার নীচে (বা উপরে) 1, 2, 3,...12 পর্যন্ত, কিংবা স্থানাভাব বুঝিলে প্রত্যেক দ্বিতীয় রেখার নীচে (বা উপরে) 2, 4, 6, 8, 10, 12,—এইরূপ মুদ্রিত করিয়া, বামপ্রান্তের উপরে Inches লিখিয়া দাও, আব 0 হইতে ভানদিকে ফুটের ভাগ-চিহ্নের নীচে (বা উপরে), যথাক্রমে, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7,—এই সংখ্যাগুলি মুদ্রিত করিয়া, ভান প্রান্তের উপরের দিকে "Feet" এই কথাটি মুদ্রিত কর ।

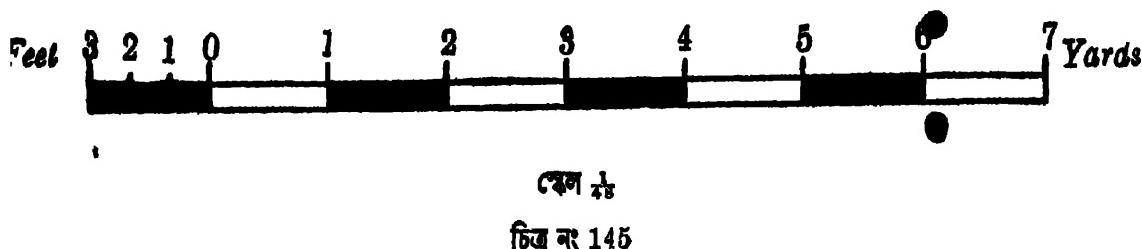
যদি কোন ক্ষেত্রের R.F. দেওয়া থাকে, তবে এইভাবে ক্ষেত্র রচনা করিতে হয় :—

উদাহরণ (2) : R. F. $\frac{1}{48}$ -এর এক ক্ষেত্র রচনা কর, ও তাহাতে গজ ও ফুট প্রদর্শন কর ।

এখানে R. F. = $\frac{1}{48}$ বলিয়া, ক্ষেত্রের 1" ইঞ্চ 48" ইঞ্চ প্রতি দৈর্ঘ্যের অতিভূত (representative) হইবে ;

$$\text{অতএব } 6 \text{'' ইঞ্চ} = \frac{\frac{4}{48} \times 6}{\frac{1}{48} \times 8} = 8 \text{ গজ দেখাইবে ।}$$

তাহা হইলে, যদি '6"-ইঁক দীৰ্ঘ এক রেখা লওয়া থায়, আৱ তাহাকে সমান আট ভাগে বিভক্ত কৰা থায়, তবে উহার প্রত্যেক ভাগ এক এক গজ-এৰ প্ৰতিষ্ঠ হইবে, আৱ যদি তাহাকে আবাৰ তিন সমানভাগে ভাগ কৰা থায়, তবে এই শেষোক্ত বিভাগেৰ প্রত্যেকটি এক এক ফুট হইবে। এইক্ষণ কৰিলে যাহা দীৰ্ঘত তাহার চিৰ নীচে দেওয়া হইল :—



ভূলনা-মূলক (বা আপেক্ষিক) স্কেল (Comparative Scale)

কখন কখন এমন হয় যে, কোন এক নম্বা “ফৰাসী”-একক বা মিটাৰ-এককে (in metre scale) আছে, কিন্তু সেই নম্বা হইতে “বৃটিশ”-একক বা ফুট-একক, অথবা মাইল-এককে পৱিষ্ঠিত কৰিতে হইবে। এমন স্থলে দুইটি স্কেল প্ৰস্তুত কৰিতে হয় ;—একটি ফৰাসী-এককে, এবং দ্বিতীয়টি বৃটিশ-এককে ; কিন্তু এমন ভাবে তাহা কৰিতে হয়, যাহাতে উভয় স্কেলেৰ R.F. একই থাকে।

উদাহৰণ : কোন মানচিত্ৰে দেখা গেল ৬০-কিলোমিটাৰ দূৰবৰ্তী কোন দুই স্থানেৰ অন্তৰ ৩ ইঁক ; ইহার আপেক্ষিক স্কেল,—
কিলোমিটাৰ (km.), এবং মাইল,—দুইয়েভেই প্ৰদৰ্শন কৰ।

(a) প্ৰথমে মিটাৰ-স্কেলেৰ R.F. নিৰ্ণয় কৰ :

$$(1) \text{ কিলোমিটাৰ} = 1,000 \times 3.2809 \text{ ফুট} = 1,000 \times 3.28089 \times 12 \\ = 39,370.8 \text{ ইঁক } ।$$

$$\begin{array}{r} 8'' \\ \hline 80 \times 39,370.8 \\ \hline 787,219.2 \\ \hline 20 \end{array}$$

এই R.F. সহয়া কিলোমিটাৰ স্কেল কৰিতে গেলে,—

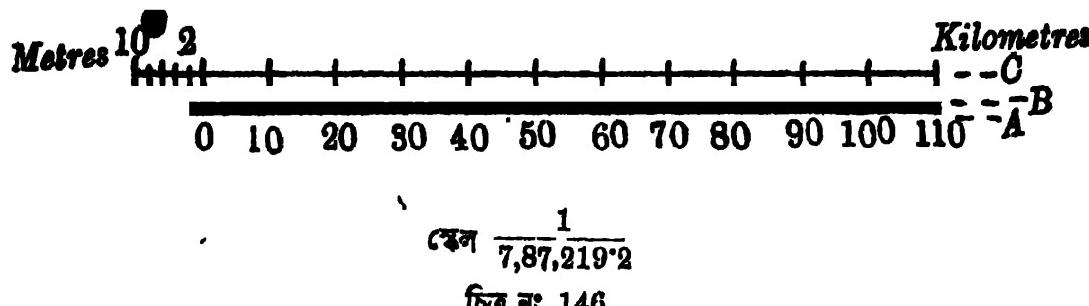
যেহেতু $3'' = 60 \text{ km.}$,

$\therefore 6'' = 120 \text{ km. হইবে} ;$

सूतरांग फ्रेलके 6" लक्ष कर ; एখন यदि ताहाके 12 समान भागে भाग करा दाय়, तবে ताहादের प्रत्येकের मूल্য 10 किलोमिटार करियা হইবে। এইবাবে ইহারই এক কিলোমিটারকে সমান দশভাগে বিভক্ত করিলে, প্রত্যেক বিভাগ এক এক কিলোমিটার নির্দেশ করিবে।

$$R. F. = \frac{1}{7,87,219.2}$$

(i) किलोमिटार फ्रेल :



(b) এইবাবে মাইল-ফ্রেলের হিসাব দেখ :

যেহেতু R.F. উভয় ক্ষেত্ৰেই সমান থাকিবে, তাই—

$$1'' = 7,87,219.2'' \text{ ইঞ্চি হইবে ;}$$

$$\text{যেহেতু } \left\{ \begin{array}{l} 12 \text{ ইঞ্চি} = 1 \text{ ফুট} \\ 5,280' \text{ ফুট} = 1 \text{ মাইল} \end{array} \right\}$$

$$\therefore 6'' = 6 \times 7,87,219.2'' = 47,23,315.2 \text{ ইঞ্চি} = \frac{47,23,315.2}{12 \times 5,280} \\ = 74.54 \text{ মাইল।}$$

ইহাকে মোটামুটি আশী মাইল ধৰা যাউক।

$$\text{অতএব আশী মাইল দেখাইতে হইলে, মাইল-ফ্রেলের দৈর্ঘ্য} = \frac{6 \times 80}{74.54} \\ = 6.429'' \text{ ইঞ্চি হইবে ;}$$

এখন এই দৈর্ঘ্যকে আট সমান ভাগে বিভক্ত করিয়া দশ-দশ মাইল, এবং বামপাস্তের এক বিভাগকে দশ ভাগে ভাগ করিয়া এক-এক মাইল দেখাইতে হইবে।

(ii) মাইল-ফেল :

10. 5. 1

Mil

0	10	20	30	40	50	60	70
---	----	----	----	----	----	----	----

ফেল $\frac{1}{7,87,219.2}$

চিৰ নং 147

C

“Indian Standards Institute” নামে ভাৰত সরকাৰৰ এক প্ৰতিষ্ঠান আছে, সেখান হইতে দেশেৱ সৰ্বপ্ৰকাৰ “মান” (Standards) নিৰ্দেশ কৰিবা দেওয়া হয়। সেই প্ৰতিষ্ঠান বে প্ৰণালীতে ফেল-অঙ্কন অনুমোদন কৰেন, (I.S.I. : 696-1955) সেই অনুসাৰে অঙ্কিত ফেল-দুইটি, [চিৰ নং 145 ও 148], ছাত্ৰগণেৱ জ্ঞাতাৰ্থে এখানে খ্ৰিত কৰা হইল, এই মত ফেল-অঙ্কন দেশে প্ৰচলিত

“ভাৰাটগোল্ড-ফেল” (কৰ্ম-জ্ঞান)

Feet

40

20

0

40

80

120

160

200

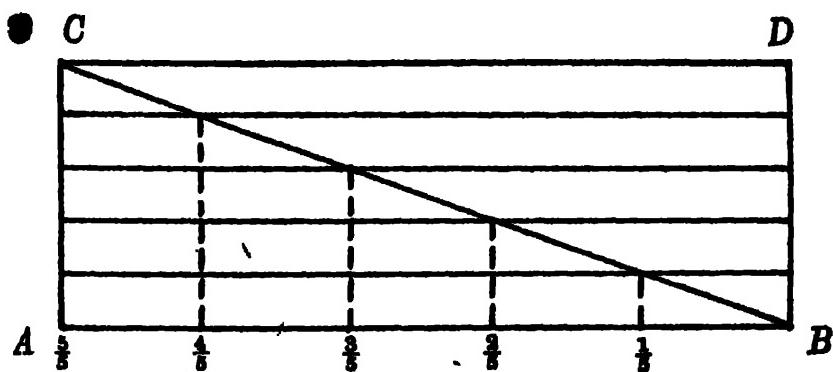
Feet

‘ইণ্ডিয়ান স্ট্যান্ডার্ড ইনসিটিউট-অনুমোদিত অধাৰ ফেলেৱ নমুনা
চিৰ নং 148

অধিকতৰ নিৰ্ভুলভাৱে কোন চিৰ কিংবা নম্বাৰ প্ৰদত্ত দূৰত্ব মাপিতে হইলে, সাধাৰণ ফেলেৱ সাহায্যে হয় না। উদাহৰণ ঘৰুপ, সাধাৰণ ফেলে ফুট ও ইঞ্চ, গজ ও ফুট, দশ-দশ মাইল ও মাইল, কিংবা ইঞ্চ ও তাৰাৰ ভগাংশ, —এইকুপ শুধু দুইমাত্ৰা (in two dimensions) দেখান’ চলে ; কিন্তু বদি তিন মাত্ৰাৰ (in three dimensions) কোন দূৰত্ব মাপিবাৰ ফেল প্ৰস্তুত কৰিতে হয়, তখন “কৰ্মমানক” বা ভাৱাগোলাল ফেল (Diagonal scale) অপৰিহাৰ হইয়া পড়ে,—বেমন গজ, ফুট ও ইঞ্চ ; মাইল, ফাৰ্গ ও চেন ইত্যাদি। তখন ভাৱাগোলাল ফেল ভিন্ন উপায় ধাকে না।

“ডায়াগোনাল” ক্ষেত্রের মূলত্বস্তু :

মনে কর, ABCD একটি আয়তক্ষেত্র, এবং BC তাহার কর্ণ (diagonal) ; এই আয়তক্ষেত্রকে পাঁচ সমান অঙ্গভূমিক অংশে বিভক্ত কর। এখন যদি কোন “বিন্দু” B-হতে কর্ণ ধরিয়া অগ্রসর হইতে থাকে, তবে যেমনি উহা ১-১ অঙ্গভূমিক রেখাকে ছেদ করিবে, তখনই ঐ বিন্দু অঙ্গভূমিক ভাবে BA-র এক-পঞ্চমাংশ দূরত্ব অতিক্রম করিবে। এইভাবে ক্রমাগত ২-২, ৩-৩, প্রভৃতি



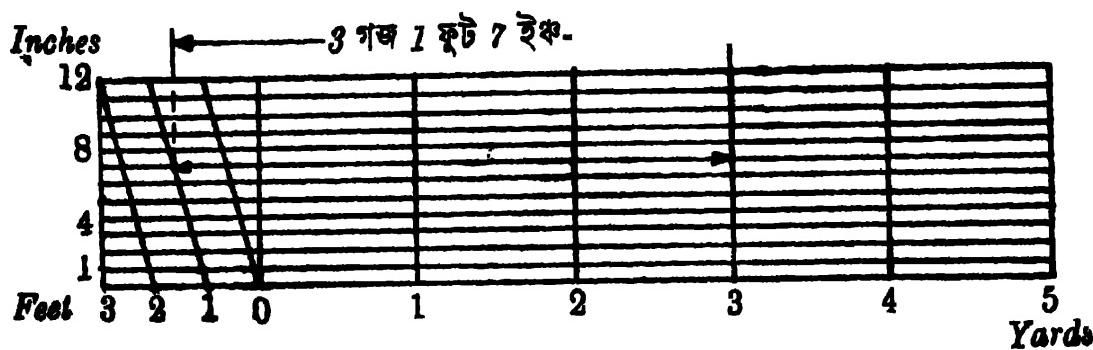
“ডায়াগোনাল” ক্ষেত্রের মূলত্বস্তু বুরান’
চিত্র নং ১৪৯

রেখা ছেদ করিবামাত্র উহা BA-র $\frac{2}{5}$, $\frac{3}{5}$ ইত্যাদি অঙ্গভূমিক দূরত্ব পার হইয়া যাইবে ; আর যখন ঐ বিন্দুটি C-তে আরোহণ করিবে, তখন উহা অঙ্গভূমিক ভাবে B-হতে A-র দূরত্ব অতিক্রম করিয়াছে। অতএব, তৃতীয় মাত্রিক (third dimensional) ক্ষেত্র গঠন করিতে হইলে, তৃতীয় মাত্রা বিতৌয় মাত্রার মত তৃতীয়, উর্ধ্বাধঃ রেখা AC-কে তত সমান ভাগে ভাগ করিয়া ততগুলি অঙ্গভূমিক সমান্তরাল রেখা টানিতে হইবে। উদাহরণ স্বরূপ, যদি কোন ক্ষেত্রে ইঞ্চি, তাহার দশমিক ও শততমিক অংশ দেখাইতে হয় (up to the second place of decimals), তবে এক ইঞ্চি (BA)-কে অঙ্গভূমিক দশভাগে ভাগ করিয়া, AC-কেও সমান দশভাগে ভাগ করিতে হইবে, এবং ইঞ্চি থাকিবে সাধারণ-ক্ষেত্রের মত উহার দৈর্ঘ্য। তেমনি, যদি গজ, ফুট ও ইঞ্চি দেখাইতে হয়, তবে গজ (BA)-কে ৩-ভাগে, এবং AC-কে 12-ভাগে ভাগ করিতে হইবে।

উদাহরণ (1) : গজ, ফুট ও ইঞ্চ দেখাইতে, $\frac{1}{3}$ R.F.-এর এক ক্ষেল তৈরি কর।

1 গজ = $1 \times 3 \times 12 = 36$ " ইঞ্চ বলিয়া, 6"-ইঞ্চ দীর্ঘ হলে 6 গজ দেখাইবে, অতএব 6"-ইঞ্চ এক রেখা টানিয়া, তাহাকে ছয় সমান ভাগে ভাগ কর। অতঃপর উহার বালিকের প্রথম অংশের নীচে 0-চিহ্ন দিয়া তিন সমান ভাগে ভাগ করিলে, 0 এই তিনভাগের প্রত্যেক ভাগ এক-এক ফুট দেখাইবে। ইহাদের, মধ্যাক্রমে, 1, 2 ও 3 চিহ্ন চিহ্নিত কর। এখন রেখার বাম প্রান্ত হইতে এক লম্ব উভোগন

C



ক্ষেল $\frac{1}{36}$

: 'ক্ষেল 3 গজ 1 ফুট 7 ইঞ্চ দেখান' হইয়াছে।]

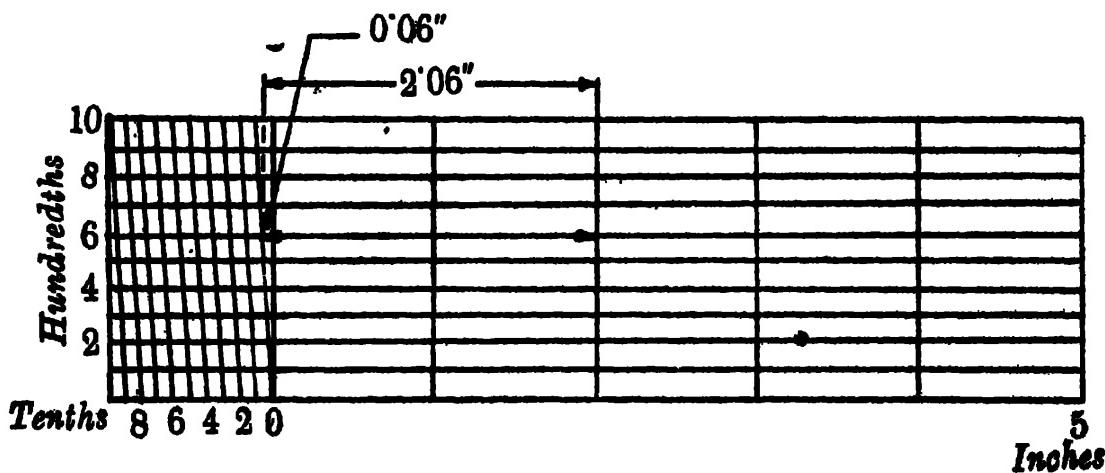
চিত্র নং 150

কর, ও তাহাকে 3"-ইঞ্চ অন্তর অন্তর দ্বাদশ ভাগে ভাগ কর ; এবং তান প্রান্ত হইতে অক্ষুণ্ণ লম্ব উভোগন করিয়া, উভয় উর্ধ্বাধঃ প্রান্ত-রেখার মধ্যে দ্বাদশটি অক্ষুণ্ণমিক সমান্তরাল রেখা টান। অন্তর ফুটের ঘনের "2"-চিহ্ন হইতে উর্ধ্বাধঃ ভাগের "12"-চিহ্ন পর্যন্ত (চিত্র নং 150 দেখ) এক কর্ণ টান, ও তাহার সমান্তরাল করিয়া পরে পরে, 1 এবং 0-ফুট-চিহ্ন হইতেও অপর দুইটি কর্ণ অঙ্কিত কর।

উদাহরণ (2) : R.F. - 1 (ইহাকে ইংরাজীতে "Full scale", ও বাঙালির "পূর্ণাঙ্গতি" বলে) ক্ষেল, ইঞ্চ, তাহার দশমাংশ ও শতাংশ

দেখাইয়া এক ক্ষেল গঠন কর ; এবং তাহাতে ২'০৬" ইঞ্চ প্রদর্শন কর ।

ছয়-ইঞ্চ দীর্ঘ ক্ষেল রচনা করাই নিয়ম বলিয়া, এখানেও ছয়-ইঞ্চ দীর্ঘ এক রেখা লাইয়া, তাহাকে ছয় সমানভাগে ভাগ করিয়া, এক-এক ইঞ্চ নির্দেশ কর ; বাম প্রান্তের শেষ-ইঞ্চকে সমান দশ ভাগ করিয়া এক ইঞ্চের দশমাংশ নির্দেশ কর ; উর্ধ্বাধঃ-দিকে দশটি সমান্তরাল রেখা টান, এবং নীচের নয়-দশমাংশ ($0\cdot9$ অথবা $\frac{9}{10}$)-বিন্দু হইতে উপরের 10-চিহ্নিত রেখার প্রান্তভাগ সরল রেখার দ্বারা সংযুক্ত করিয়া প্রথম কর্ণ অঙ্কিত কর ; এবং পরে পরে $0\cdot8", 0\cdot7", \dots$ ইত্যাদি বিন্দু হইতে প্রথমোক্ত কর্ণের সমান্তরালে অবশিষ্ট নয়টি কর্ণ অঙ্কিত করিয়া (চিত্ৰ নং 151 মত) ক্ষেল সম্পূর্ণ কর । অবশেষে প্রয়োজন ২'০৬" ইঞ্চ প্রদর্শন করিতে, প্রথমে



চিত্ৰ নং 151

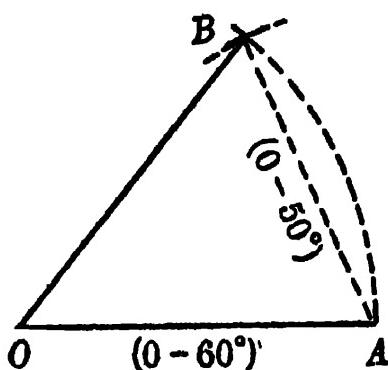
উর্ধ্বাধঃ রেখাগুলির ষষ্ঠ রেখা নির্ণয় কর, এবং যেহেতু ২'০৬" ইঞ্চ প্রদর্শন করিতে হইবে, সেই হেতু ০-চিহ্নের উপরে যে সব উভোগিত আছে, তাহার সহিত ষষ্ঠ অস্তুমিক রেখা যে বিন্দুতে ছেদ করিয়াছে, সেই বিন্দু হইতে বামদিকে যে বিন্দুতে ঐ ষষ্ঠ অস্তুমিক রেখা, ০ হইতে যে কর্ণ উঠিয়াছে তাহার সহিত ছেদ করিতেছে, সেই ছেদ-বিন্দু পর্যন্ত দূরত্ব $0\cdot06"-$ -ইঞ্চ । ইহার পর ঐ ষষ্ঠ অস্তুমিক রেখা ধরিয়া দক্ষিণে ২ ইঞ্চ অগ্রসর হও ; তাহা হইলে দ্বিতীয় প্রান্তে দ্বিতীয় তীব্রের কলার মধ্যবর্তী রেখা ২'০৬" নির্দেশ করিবে ।

“জ্যা-মালক” (Scale of Chords)

আবত্তাকার “টানা” (Rectangular protractor)-এর সমূখ পিঠে এক ক্ষেপ আছে [চিত্ৰ নং (৩১৬)], তাহার কাছে C, CHO, অথবা CHORDS লেখা আছে ; ইহাই “ক্ষেপ অক্ষ কর্ডস” (জ্যা-মালক)। কোণ অক্ষন, কিংবা কোণ মাপের কাজে ইহার প্রযুক্ত ব্যবহার আছে। কোণ মাপিতে হইলে টানা-ই ষথা সম্ভব ব্যবহার করা উচিত, তথাপি এই ক্ষেপও ষে-কেপি ক্ষেত্ৰে ব্যবহার কৰা যাইতে পারে।

কর্ড-স্কেল-ব্যবহার বিধি :

“কর্ড” বা জ্যা-র ক্ষেপে ০ হইতে ৯০ পর্যন্ত ৯০টি দাগ আছে ; এক এক দাগ এক এক ডিগ্রি নির্দেশ কৰে। যদি কোন কোণ রচনা কৰিতে হয়, তবে



চিত্ৰ নং ১৫২

কম্পাসের স্থাল পাদটি “০”-র উপর রাখিয়া পেন্সিলের দিকটা ৬০-র উপর বিশৃঙ্খল কৰিয়া মাপ তুলিয়া লইতে হয় ; অতঃপর কাগজে একটি অমুভূমিক সরল-রেখা টানিয়া, তাহার উপর কম্পাসটি স্থাপন কৰিয়া O-A দূৰত্ব বসাও, ও ঐ দূৰত্বকে ব্যাসার্ধ লইয়া একটি চাপ অঙ্কিত কৰ।

যদি 50° -ডিগ্রিৰ কোণ অঙ্কিত কৰিতে হয়, তবে কম্পাসকে পুনৰায় কর্ডের ক্ষেপের উপরে বসাইয়া O-50 পর্যন্ত মাপ কৰিয়া লও, এবং উহাকে ব্যাসার্ধ কৰিয়া A-বিন্দু হইতে আৱ একটি চাপ অঙ্কিত কৰিয়া প্ৰথম চাপকে B-বিন্দুতে ছেদ কৰ। অখন OB যোগ কৰ ; তাহা হইলে $\angle AOB$ -কোণ 50° -ডিগ্রিৰ হইবে।

পক্ষান্তরে, যদি কোন কোণেৰ ডিগ্রি নিৰ্ণয় কৰিতে হয়, তবে পূৰ্বেৰ বিপৰীত অক্ষিয়া অৰ্বসন্ধন কৰিতে হইবে ; অৰ্ধাং প্ৰথমে কর্ডেৰ ক্ষেপে ০-৬০ লইয়া কোণেৰ এক বাহুৰ উপর O-A বিন্দুৰ নিৰ্দেশ কৰ ; অনন্তৰ ০-কে কেজু এবং O-Aকে ব্যাসার্ধ লইয়া এক চাপ অঙ্কিত কৰিয়া, প্ৰদত্ত কোণেৰ অপৰ বাহুকে B-বিন্দুতে ছেদ কৰ। অবশ্যে ডিভাইডাৰেৰ সাহাব্যে AB-ৰ

দূরত্ব মাপিয়া লইয়া কর্ডের ক্ষেলের 'O' হইতে কোন্ দাগ পর্যন্ত উহা গেল, তাহা দেখ। যে দাগের উপরে ডিভাইডারের অপর পাদ পড়িবে, কোণটি তত ডিগ্রি।

বিশেষ জষ্ঠব্যঃ কর্ডের ক্ষেলের সকল, ক্ষেত্রেই $OA = 0.60$ লইতে হইবে।

এঞ্জিনিয়ারিংস্কেল (Engineers' Scales)

জ্যায়িতিক চিত্র অঙ্কনের কার্যে শিক্ষানবীশ ছাত্রগণ সাধারণতঃ পূর্ণাঙ্কতি (full-scale or full-size), অথবা তাহার অর্ধেক আকারের চিত্র অঙ্কিত করিয়া অভ্যাস করেন ; আবৰ তাহার অন্য ইস্পাত কিংবা কাঠ নির্মিত সাধারণ "কলার" (Ruler)-ই যথেষ্ট হয় বটে, কিন্তু বড় বড় যন্ত্রের চিত্র কিংবা দেশের মানচিত্র অঙ্কনের কালে তাহাতে কাঙ্কস্ত করার অস্থিধা ভোগ করিতে হয় ; তখন ঐ চিত্র অঙ্কন করিতে যে R.M. গ্রহণ করা হইয়াছে, প্রতিপথে তাহার সাহায্যে প্রত্যেক দূরত্বের ইঞ্চ- বা সেটিমিটার- অথবা মিলিমিটার-হিসাবে দৈর্ঘ্য নিরূপণ করিয়া তবে তাহা চিত্রে বসাইতে হয়। এইসব কাঙ্কস্ত অন্যান্য-সাধ্য করার উদ্দেশ্যে বাজারে বহু প্রকারের ক্ষেল পাওয়া যায় ; তাহার আড়া পূর্ণাঙ্কতির $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{8}$, কিংবা তদপেক্ষাও ক্ষুদ্রতর চিত্র সমূহ অঙ্কনের উপযোগী ক্ষেল একটি খোলের মধ্যে থাকে। **ঐগুলি সাধারণতঃ** ছয় অথবা দ্বাদশ ইঞ্চ দীর্ঘ থাকে, আবৰ তাহারা পাত্র কার্ড বোর্ড (card board), ভ্যল্ক্যানাইট (vulcanite) "বক্স উড" (box wood) নামীয় এক প্রকার বিদেশী কাঠ, হাতীর দাত, অথবা ইস্পাত হইতে নির্মিত হয়। এইগুলি হইতে ডিভাইডারের সাহায্যে আবশ্যকীয় মাপ তুলিয়া লইয়া নঞ্চার কাগজে বসাইতে হয়, কিংবা নঞ্চা হইতে প্রয়োজনীয় অংশের দূরত্ব ডিভাইডারের সাহায্যে তুলিয়া লইয়া উপযুক্ত ক্ষেলের দাগের সঙ্গে মিলাইয়া উহার পরিমাণ নির্ণয় করিতে হয়। ক্ষেলটিকে নঞ্চাৰ উপর ফেলিয়া দূরত্ব মাপ করিলে, কিংবা কোন্ রেখা অঙ্কিত করিতে হইলে ক্ষেলকে কাগজের ঐ জায়গায় ফেলিয়া পেন্সিল দিয়া দাগ দিলে, নির্ভুল ভাবে মাপ লওয়া হয় না। খোলের মধ্যে A হইতে H পর্যন্ত চিহ্নে চিহ্নিত আটটি $12'' \times 1\frac{1}{2}''$ সকল বোর্ডের কাণি থাকে, আবৰ প্রত্যেকটিতে দুইটি করিয়া ক্ষেল থাকে।

କେଳେର ଉପରେର ଚିତ୍ର

A- ... R. F. = 1 (পূর্ণাঙ্গতি)

এবং R. F. = $\frac{1}{2}$ (অতি ৬ ইঞ্চে ১ ফুট) ;

B— ... R. F. = $\frac{1}{2}$ (অতি ৪ ইঞ্চি ১ ফুট)

এবং R. F. = $\frac{1}{2}$ (অতি 2 ইঞ্চি 1 ফুট) ;

C— ... R. F. = $\frac{1}{4}$ (অতি ৩ ইঁকে ১ ফুট)

এবং R. F. = $\frac{1}{2}$ (অতি $1\frac{1}{2}$ ইঞ্চ 1 ফুট) ;

D = ... R.F. = $\frac{1}{\sqrt{3}}$ (অতি 1 ইঞ্চি 1 ফুট)

এবং R. F. = $\frac{1}{\text{ক' }}$ (প্রতি $\frac{1}{\text{ক' }}$ ইঞ্চে 1 ফুট) ;

E— ... R. F. = $\frac{1}{10}$ (অতি $\frac{1}{10}$ ইকে 1 ফুট)

এবং R. F. = $\frac{1}{\text{ক্ষেত্র}}$ (অতি ক্ষেত্রে 1 ফুট);

$$F = \dots R.F. = \frac{1}{k^2} (\text{প্রতি } \frac{1}{k} \text{ ইঞ্চে } 1 \text{ ফুট}) \quad \text{অর্থাৎ } 1'' = 3 \text{ ft.}$$

এবং R. F. = $\frac{1}{72}$ (অতি $\frac{1}{72}$ ইঞ্চে 1 ফুট) ; " $1'' = 6ft.$

$$G = \dots B, F = \frac{1}{\pi} \text{ (अति छोटे 1 फूट)} \quad " \quad 1'' = 4 \text{ ft.}$$

$$\text{এবং } R. F. = \frac{1}{\text{ক্ষেত্র}} \text{ (প্রতি } \frac{1}{\text{ইঞ্চে } 1 \text{ ফুট }) ; \quad " \quad 1'' = 8 \text{ ft.}$$

$$H = \dots B \cdot F = \frac{1}{2} (\text{अंति } + \text{उत्तरी } 1 \text{ फूट}) \quad , \quad 1'' = 5\text{ft.}$$

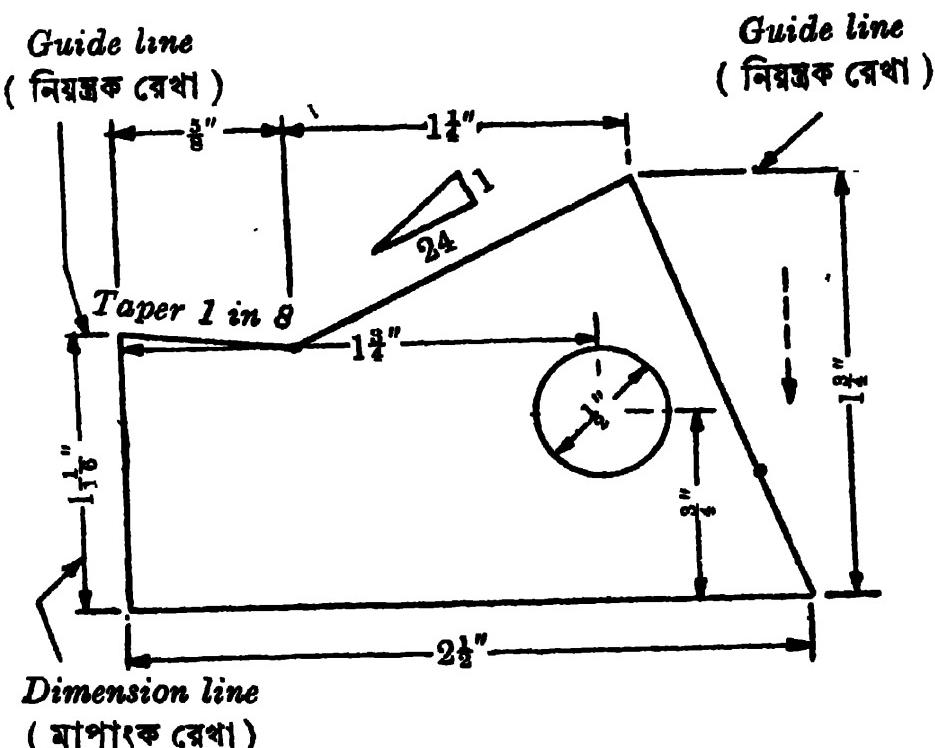
$$\text{एवं } R \cdot E = -1 \quad (\text{अति } \frac{1}{2} \text{ ते } 1 \text{ फूट }) : n \cdot 1'' = 10f$$

4.1.1.2. 120 (100-100-20).

সম্পূর্ণ পরিচেছন

মাপাঙ্ক লিখন (Dimensioning)

নম্মার মাপাঙ্ক (dimensions) কেবলভাবে বসাইলে সবদিকে সামঞ্জস্য বিজ্ঞান থাকে,—অর্থাৎ মাপাঙ্ক লিখনের বিশেষ পদ্ধতি নির্ণয় করিতে অভূত অভিজ্ঞতা ও চিন্তার প্রয়োজন ; ইহা ছাড়াও, নানা নম্মায় প্রদত্ত মাপাঙ্কগুলি অধ্যবসার্য সহকারে পরীক্ষা করার প্রয়োজন আছে। সুলভ : নিম্নলিখিত খুটিনাটিগুলি মনে রাখিয়া মাপাঙ্ক লিখনে অগ্রসর হইতে হইবে ।

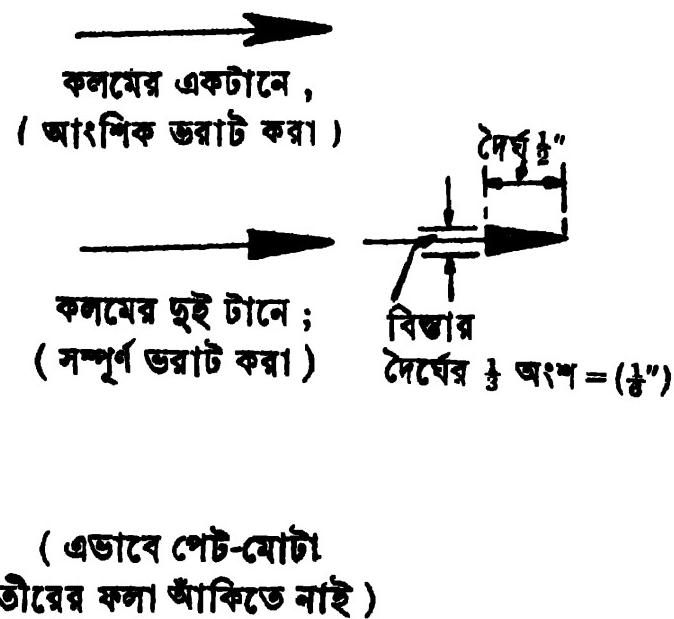


মাপাঙ্ক বসাইবার পদ্ধতি

চিত্ৰ নং 158

Dimension line—(মাপাঙ্ক রেখা),—এবং Extension line (বৃক্ষি রেখা) অথবা Guide line (নিয়ন্ত্রক রেখা), সকল এবং অবিচ্ছিন্ন হইবে ; প্রথমতির মাঝখানে এমন ফাঁক থাকিবে যাহার মধ্যে মাপাঙ্ক (Dimension) স্পষ্টভাবে দেওয়া যাব। মাপাঙ্ক রেখাগুলির আবশ্যে একটি করিয়া ছোট রেখা,

তাহার দুই পাশে সামান্য ($\frac{1}{2}$ " ইঞ্চের মত) ফাঁক থাকিবে ; এবং মাপাঙ্ক
রেখার পরেও উহা সামান্য বাড়িয়া থাকিবে। মাপের অঙ্কগুলি এমন
স্থানে বসাইতে, এবং



এমনভাবে সা জা ইতে
হইবে, যাহাতে ঐগুলির
উপর দিয়া আড়াআড়ি-
ভাবে কোন রেখা না
যায়। অক্ষরে (Centre
line)-কে মাপাঙ্ক রেখা-
ভাবে ব্যবহার করা
চলিবে না। এত্যেক
মাপাঙ্ক রেখার দুই
প্রান্তে $\frac{1}{2}$ " ইঞ্চ দীর্ঘ তীব্র-
ফলকের দ্বারা স্থিতিত

চিত্র নং 154

করিয়া, তাহাদের ভিতরটা অংশতঃ কালির (আর যদি পেন্সিলে আকা নস্বা
হয়, তবে পেন্সিলের) দ্বারা ভরাট করিয়া দিতে হইবে।

যদি মাপাঙ্ক রেখা অনুভূমিক হয়, তবে মাপাঙ্ককে উহার লম্বভাবে এবং পে
মুক্তি করিতে হইবে, যাহাতে চিত্রকে সোজা করিয়া ধরিলে উহা ঠিক পাঠ
করা যায় ; আর যদি রেখা উত্তর্ধাদিঃ হয়, তবে যেন চিত্রকে ডানদিকে ঘূরাইলে
অঙ্কগুলি সোজা হয়। নস্বা হইতে তির্থকভাবে দেওয়া মাপও লক্ষ্য করিতে
হইবে। কোণ প্রদর্শন করিবার সময় কৌণীয় বিন্দুর কাছে একটি, অথবা
কাছাকাছি দুইটি, বৃত্তাংশ আকিয়া তাহার নিকটে, যত ডিগ্রি, তাহা লিখিতে
হইবে। অনিদিষ্ট কোণের ক্ষেত্রে ঐস্থলে A, B, C,..., কিম্বা α , β , γ ,...
ইত্যাদি লিখিয়া, পরে একটি তালিকায় তাহার বিবরণ দিতে হয়।

মাপাঙ্কে যত সামান্য-ভগ্নাংশ (vulgar fractions) থাকিবে, সেগুলিকে
এমনভাবে লিখিতে হইবে, যাহাতে ভগ্নাংশের মধ্যের বিভাগরেখা মাপাঙ্ক
রেখার সমান্তরাল, (যেমন $\frac{1}{2}$) থাকে ; কিন্তু যদি কোথাও স্থান-সংক্ষেপ করিতে
হয়, তবে উহা তির্থকভাবে, (যেমন $1/2$), দেওয়াও যাইতে পারে।

যদি মাপাঙ্ক দশমিকে দিতে হয়, তবে দশমিকের বিন্দুটি দুই পার্শ্বের সংখ্যা-
সম্মের ঠিক মধ্যভাগে এমনভাবে দিতে হইবে যাহাতে সহজেই নজরে পড়ে।

মাপাঙ্কগুলি এমন হইবে, যাহাকে আরও সরল করিতে না হয়, অর্থাৎ
যাহাকে সাধারণ ক্ষেত্রে পাওয়া যায়।

কোন বৃক্ষের ব্যাসার্ধ (radius)-এর পরিবর্তে তাহার ব্যাস (diameter)
দেওয়াই বাহ্যিক।

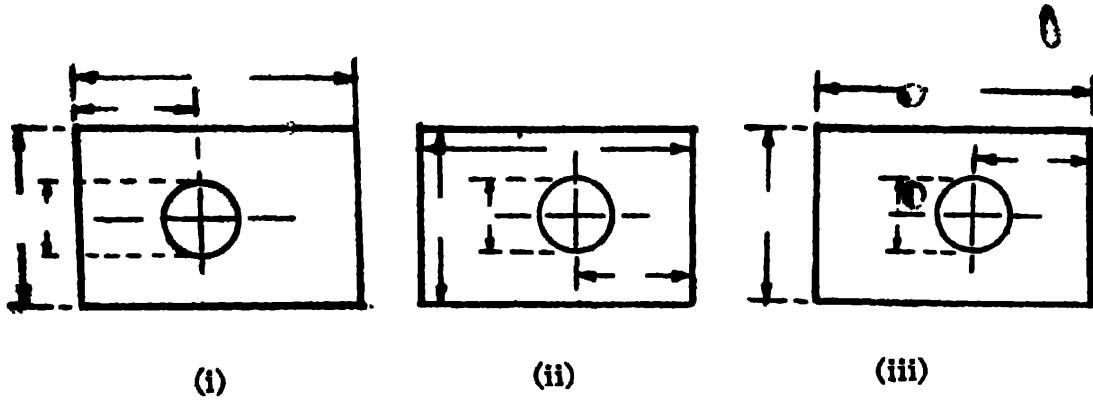
যদি কোন ছিদ্রের ব্যাস ক্রমশঃ কম (স্ক্লাফ) হয় কিংবা কোন অংশের
প্রস্থ ক্রমশঃ কমিতে থাকে, তবে তাহাকে ইঁরাজীতে taper বলে। যদি
কোন গোল জিনিসের ব্যাস কিংবা কোন সমতল (flat) অংশের প্রস্থ গোড়ার
দিকে যত, আর যত দূরে যায়, তত কমিতে থাকে, তবে যতটা দৈর্ঘ্যে
ঐ ব্যাস অথবা প্রস্থ একক পেরিমাণে কমিবে, তাহার অঙ্গপাত দিয়া ঐ taper
বুনান' হয়; অর্থাৎ যদি কোন দ্রব্যের প্রস্থ অথবা ব্যাস, 1 গজ দৈর্ঘ্যে 1" ইঞ্চ
কম হয়, তবে তাহার taper $\frac{1}{36}$ (ইঁরাজীতে "one in thirtysix"; বাংলায়
"ছত্রিশে এক") বলা হয়; এবং এই taper নির্দেশ করিতে গেলে বস্তুর
অক্ষরেখা অবলম্বন করিয়া মাপিতে হইবে। নম্বার ইহা "1 in ,36";
"1 inch to a yard" এইরূপ মুদ্রিত করিয়া, অথবা ঐ স্থানের উপরে বা
পার্শ্বে এক সমকোণী ত্রিভুজ অঙ্কিত করিয়া তাহার শয়ান শাহতে 36 এবং
অঙ্গপাত বাহতে 1 লিখিতে হয় (153 নং চিত্র দেখ)।

কোন নির্দিষ্ট ক্ষেত্রে কোন এক বস্তুর নম্বা প্রস্তুত হইয়া যাওয়ার পর যদি
এমন অবস্থার উৎপত্তি হয় যে, নম্বার কোন অংশের,—এমন কি সমস্ত দ্রব্যের
আকারের পরিবর্তন করা স্থির হয়, তবে নম্বাকে বাতিল না করিয়া পরিবর্তিত
অংশের নিকটে, কিম্বা সম্পূর্ণাত্মক নম্বার উপরিভাগে, N.T.S. (অথবা পূর্ণ বাক্য
"Not To Scale") মুদ্রিত করিয়া নীচে মোটা করিয়া রেখা (under line)
টানিয়া সকলের দৃষ্টি আকর্ষণ করিতে হয়।

নিম্ন প্রদত্ত কয়েক প্রকারের মাপাঙ্ক লিখনের পদ্ধতির মধ্যে খে-কোন
একটি অঙ্গসরণ করিতে হইবে; কিন্তু উহাদের মিশ্রণ, অনেক ক্ষেত্রে করা
হইলেও, সম্পূর্ণ অঙ্গসরণ নহে।

চিত্র (i) : সমষ্টি মাপাঙ্ক সম্পূর্ণভাবে চিত্রের বাহিরে থাকিবে ;

চিত্র (ii) : সমষ্টি মাপাঙ্ক সম্পূর্ণভাবে চিত্রের অভ্যন্তরে থাকিবে ; ইহাতে অপেক্ষাকৃত অতি অল্প বৃক্ষি-রেখা (extension line)-র প্রয়োজন হয় ; কলে চিত্রের বহির্দেশ পরিষ্কার পরিচ্ছম দেখায় ;



চিত্র নং 155

চিত্র (iii) : মাপাঙ্কগুলি আংশিকভাবে বাহিরে ও ভিতরেও রাখার চলন আছে। উপরে ঘেমন উল্লেখ করা হইয়াছে, কোন বিশেষ পদ্ধতির উপরে জোর দেওয়া না হইলেও, প্রথম চিত্রের পদ্ধতি অনুসরণ করাই অনুমোদনীয় বলিয়া গৃহীত হইয়া থাকে। এক্ষেত্রে মাত্র এইটি লক্ষ্য রাখিতে হয়, যাহাতে অল্প-দীর্ঘ মাপাঙ্ক-রেখাগুলি সকল সময়েই চিত্রের নিকটতম স্থানে থাকে।

অনুশীলনী

পঞ্চম, ষষ্ঠ ও সপ্তম পরিচ্ছেদ

1. ৩'৫ ইঞ্চি দীর্ঘ এক সরলরেখার এক প্রান্তে এক লম্ব উভোলন কর ;
সরলরেখাকে দুই সমান-ভাগে ভাগ করিয়া ঐ বিন্দুতে আব এক লম্ব উভোলন
কর , এবং কোন লম্ব ও ঐ সরলরেখার সংলগ্ন কোণকে চার সমান-ভাগে ভাগ
কর ।
2. $187^{\circ}5$; 300° ; -30° কোণ প্রোট্যাক্টার এবং অঙ্কন,—উভয়
উপায়েই রচনা কর ।
3. একটি অনুভূমিক সরলরেখার সঠিত অপর একটি সরলরেখা এমনভাবে
আপত্তি হইয়াছে যাহার মিলন-বিন্দু কাগজের বাহিরে গিয়া পড়ে ; তেমন ক্ষেত্রে
যে কোণের উৎপত্তি হয়, তাহাকে দুই সমান-ভাগে ভাগ কর ।
4. কোন সরলরেখার প্রান্তভাগে লম্ব উভোলন করিতে হইলে যে যে প্রক্রিয়া
অবলম্বন করা যাইতে পারে, সে-সবগুলিই অঙ্কিত কর ।
5. ABC একটি সমবিবাহ ত্রিভুজ ; ইহার আধাৰ $AB = 1.5$ ইঞ্চি, এবং
BC ও AC ভুজস্ব প্রত্যেকে 2.5 ইঞ্চি ; ত্রিভুজের কোণ-তিনটির মূল্য নির্ণয় কর ।
6. উপরের প্রশ্নে প্রদত্ত ত্রিভুজের শীর্ষবিন্দু C হইতে আধাৰ AB-ৰ উপরে
লম্বপাত্র করিলে তাহার দৈর্ঘ্য কত হইবে ?
7. 4"-ইঞ্চি সরলরেখারে সাত সমান-ভাগ ভাগ কর ।
8. 5"-ইঞ্চি দীর্ঘ AF সরলরেখাকে এমন পাঁচ ভাগে ভাগ কর যাহাতে
 $AB = 1$; $BC = 1\frac{1}{2}$; $CD = 1\frac{1}{2}$; $DE = 2$; এবং $EF = 2\frac{1}{2}$,—এই অনুপাত
বজায় থাকে ।
9. কোন সরলরেখার সমান্তরালে ও উহা হইতে $2\frac{1}{2}$ ইঞ্চি দূৰে আব এক
সরলরেখা অঙ্কিত কর ।

অষ্টম পরিচ্ছেদ

10. একটি ৫ সেন্টিমিটার ব্যাসের বৃত্তের কেন্দ্র অক্ষের-সাহায্যে নিরূপণ কর।
11. ৬ সেন্টিমিটার ব্যাসের এক বৃত্তের পরিধির উপরে কোন বিন্দু "A" দেওয়া আছে; ঐ বিন্দুতে বৃত্তের স্পর্শক রেখা অঙ্কিত কর।
12. যদি ৬ সেন্টিমিটার ব্যাসের বৃত্তের পরিধি হইতে ২'৫ সেন্টিমিটার দূরে অবস্থিত কোন বিন্দু হইতে ঐ বৃত্তের পরিধিতে কোন স্পর্শকরেখা অঙ্কন করিতে হয়, তবে উপর্যুক্ত প্রক্রিয়ার দ্বারা তাহা অঙ্কিত কর। ঐ বিন্দু হইতে বৃত্তের পরিধিতে যে কয়টি স্পর্শক অঙ্কিত হইতে পারে, তাহা অঙ্কিত কর।
13. কোন বৃত্তের পরিধি হইতে ৩ সেন্টিমিটার দূরে এক সরলরেখা এমন ভাবে আছে যে তাহা বৃত্তের অভূত্তমিক (horizontal) ব্যাসের সহিত 30° -ডিগ্রি আনতিতে (inclination) আনত; ঐ সরলরেখার সমান্তরালে বৃত্তের পরিধির নিকটতম বিন্দুতে এক স্পর্শকরেখা অঙ্কিত কর।
14. ৫ সেন্টিমিটার ব্যাসের কোন বৃত্তের পরিধি হইতে ৩ সেন্টিমিটার দূরে কোন বিন্দু P অবস্থান করিতেছে। ঐ বিন্দু হইতে বৃত্তের পরিধির উপরে দুইটি স্পর্শকরেখা অঙ্কিত করিয়া স্পর্শবিন্দু (points of contact) দুইটিকে এক সরল-রেখার দ্বারা যোগ করিলে রেখাটির দৈর্ঘ্য কত হইবে?
15. এক ৬-সেন্টিমিটার ও এক ৩-সেন্টিমিটার ব্যাসের বৃত্ত কোন এক অভূত্তমিক (horizontal) রেখাকে স্পর্শ করিয়া অঙ্কিত আছে; তাহাদের কেন্দ্রের দূরত্ব একই যে উভয়ের কেন্দ্র হইতে অভূত্তমিক রেখার উপরে লম্বপাত করিলে তাহাদের দূরত্ব ৬ সেন্টিমিটার হয়। ঐ দুইটি বৃত্তকে স্পর্শ করিয়া এক স্পর্শক অঙ্কিত কর।
16. উপরের অমূল্যনীতে প্রদত্ত পরিমাপের বৃত্ত দুইটির মধ্য দিয়া এক সাধারণ স্পর্শক (common tangent) অঙ্কিত কর।

নবম পরিচ্ছেদ

17. ১½"-ইঞ্চি বাহ-বিশিষ্ট এক সমবাহ ত্রিভুজ অঙ্কিত করিয়া তাহার অভ্যন্তরে এমন এক বৃত্ত অঙ্কিত কর যাহা ত্রিভুজের সকল বাহকেই স্পর্শ করে। ঐ বৃত্তের ব্যাস কত হইবে?

18. ২"-ইঞ্চ বাহুবিশিষ্ট এক সমবাহু ত্রিভুজের অভ্যন্তরে তিনটি একই ব্যাসের এমন বৃত্ত অঙ্কিত কর যাহারা প্রত্যেকে দুইটি করিয়া বৃত্ত ও এক একটি বাহুকে স্পর্শ করিয়া থাকে। ঐ বৃত্তগুলির কেন্দ্র পরস্পরের সহিত যোগ করিলে যে আর একটি সমবাহু ত্রিভুজের উৎপত্তি হইবে, তাহার বাহুর দৈর্ঘ্য কত?

19. ২½"-ইঞ্চ বাহুবিশিষ্ট এক বর্গক্ষেত্রের অভ্যন্তরে উহার বাহু সকলকে স্পর্শ করিয়া এক বৃত্ত অঙ্কিত কর ; ঐ বৃত্তের ব্যাসার্ধ কত হইবে ?

20. ২½"-ইঞ্চ বাহুবিশিষ্ট এক বর্গক্ষেত্রের অভ্যন্তরে একই ব্যাসের এমন চারিটি বৃত্ত অঙ্কন কর, যাহার প্রত্যেকটি, বর্গক্ষেত্রের দুইটি করিয়া বাহু ও দুইটি বৃত্তকে স্পর্শ করিয়া থাকে।

21. ২½"-ইঞ্চ বাহুবিশিষ্ট এক বর্গক্ষেত্রের অভ্যন্তরে একই ব্যাসের এমন চারিটি বৃত্ত অঙ্কন কর যাহার প্রত্যেকটি বর্গক্ষেত্রের একটি করিয়া বাহু ও দুইটি করিয়া বৃত্তকে স্পর্শ করিয়া থাকে। এক্ষেত্রে বৃত্তগুলির ব্যাস কত, এবং উহারা উপরের অনুশীলনীতে নির্ণীত বৃত্ত অপেক্ষা কত বড় বা ছোট ?

22. ABCD একটি ট্র্যাপিজিয়ন ; ইহার AB ও AD-বাহুস্বরূপ প্রত্যেকে ২ সেন্টিমিটার, এবং BC ও CD-বাহুস্বরূপ প্রত্যেকে ৩.৫ সেন্টিমিটার। ঐ ট্র্যাপিজিয়নের অভ্যন্তরে অস্তবৃত্ত অঙ্কিত কর।

23. অনুশীলনী ২২-তে অবলম্বিত প্রক্রিয়ার দ্বারা ৫-সেন্টিমিটার বাহুবিশিষ্ট এক সমবাহু ত্রিভুজের অভ্যন্তরে একই ব্যাসের এমন তিনি বৃত্ত অঙ্কিত কর যাহারা প্রত্যেকে দুইটি করিয়া বাহু ও দুইটি করিয়া বৃত্তকে স্পর্শ করিয়া থাকে।

24. 1.7 সেন্টিমিটার বাহুবিশিষ্ট এক স্বৰ্যম পঞ্চভুজের অভ্যন্তরে এক অস্তবৃত্ত অঙ্কিত কর।

25. 1.5 সেন্টিমিটার বাহুবিশিষ্ট এক স্বৰ্যম ষড়ভুজের অভ্যন্তরে এক অস্তবৃত্ত অঙ্কিত কর।

দশম ও একাদশ পরিচ্ছেদ

26. 1'-ইঞ্চ বাহুর উপরে একটি স্বৰ্যম পঞ্চভুজ অঙ্কিত কর।

27. স্বৰ্যম পঞ্চভুজের সম্মিলিত কোণ কত ডিগ্রি করিয়া হয় ?

28. 1"-ইঞ্চ-বাহুর উপরে একটি স্বৰ্যম ষড়ভুজ অঙ্কিত কর।

29. সুষম ষড়ভুজের সমিহিত কোণ কত ডিগ্রি কৰিয়া হয় ?
30. $\frac{1}{2}$ "-ইঞ্চ বাহুৰ উপরে একটি সুষম অষ্টভুজ অঙ্কিত কৰ।
31. সুষম অষ্টভুজের সমিহিত কোণ কত ডিগ্রি কৰিয়া হয় ?
32. $1\frac{1}{2}$ "-ইঞ্চ ব্যাস বিশিষ্ট এক বৃত্তের অভ্যন্তরে এক বর্গক্ষেত্র অঙ্কিত কৰ ; উহার প্রত্যেক বাহুৰ দৈর্ঘ্য নির্ণয় কৰ।
33. $1\frac{1}{2}$ "-ইঞ্চ ব্যাস বিশিষ্ট এক বৃত্তের অভ্যন্তরে এক সুষম পঞ্চভুজ অঙ্কিত কৰ ; এই পঞ্চভুজের প্রত্যেক বাহুৰ দৈর্ঘ্য কত ?
34. $1\frac{1}{2}$ "-ইঞ্চ ব্যাস বিশিষ্ট এক বৃত্তের অভ্যন্তরে এক সুষম ষড়ভুজ অঙ্কিত কৰ ; এই ষড়ভুজের প্রত্যেক বাহুৰ দৈর্ঘ্য কত হইবে ?
35. $1\frac{1}{2}$ "-ইঞ্চ ব্যাস বিশিষ্ট এক বৃত্তের অভ্যন্তরে এক সুষম সপ্তভুজ অঙ্কিত কৰ ও উহার প্রত্যেক বাহুৰ দৈর্ঘ্য নির্ণয় কৰ।
36. $2\frac{1}{2}$ "-ইঞ্চ বাহুবিশিষ্ট এক বৃত্তের অভ্যন্তরে এক সুষম অষ্টভুজ অঙ্কিত কৰ।
37. $2\frac{1}{2}$ "-ইঞ্চ বাহুবিশিষ্ট এক বৃত্তের অভ্যন্তরে এক সুষম ষাদশভুজ ক্ষেত্র অঙ্কিত কৰ।

ষাদশ পরিচ্ছেদ

38. বিভিন্ন প্রক্রিয়া অবলম্বনে, $4\frac{1}{2}$ "-ইঞ্চ দীর্ঘ পরাক্ষ ও $2\frac{1}{2}$ "-ইঞ্চ দীর্ঘ উপাক্ষ-বিশিষ্ট এক এক উপবৃত্ত অঙ্কিত কৰ।
39. উপরেৰ অঙ্গীকৃতি-লক্ষ উপবৃত্তগুলিৰ (1) নাভিবন্ধেৰ মধ্যেৰ ব্যবধান কত ? (2) উভয় অক্ষেৰ প্রতিচ্ছেদ বিন্দু (point of intersection) বা “মধ্যবিন্দু” হইতে $2\frac{1}{2}$ "-ইঞ্চ দূৰে, এবং পৰাক্ষেৰ উপরে অবস্থিত কোন বিন্দু হইতে, উপবৃত্তেৰ চাপেৰ উচ্চতা কত ?
40. অঙ্গীকৃতি 38 হইতে যে-সকল উপবৃত্ত পাওয়া গিয়াছে, তাহাদেৱ প্রত্যেকেৰ পৰিসীমা (Perimeter) নির্ণয় কৰ।
41. $4\frac{1}{2}$ "-ইঞ্চ দীর্ঘ পৰাক্ষ ও $3\frac{1}{2}$ "-ইঞ্চ দীর্ঘ উপাক্ষ বিশিষ্ট এক উপবৃত্তেৰ পৰিসীমাৰ উপরে, মধ্যবিন্দু হইতে $1\frac{1}{2}$ "-ইঞ্চ দূৰে পৰাক্ষেৰ উপরে অবস্থিত এক-বিন্দু হইতে উৰ্ধ্মঃ দিকে লম্ব টানিলে বে বিন্দু পাওয়া বাব, সেই বিন্দুতে এক স্পর্শকৰেখা অঙ্কিত কৰ।

42. উপরের উপরভৰের পরিসীমাৰ উপরে, মধ্যবিন্দু হইতে 1"-ইঞ্চ দূৰে পৱাক্ষেৰ উপরেৰ কোন বিন্দু হইতে উৰ্ধঃ দিকে লম্ব টানিলে যে-বিন্দু পাওয়া যায়, তথায় এক অভিলম্ব (normal) অঙ্কিত কৰ।

43. 4"-ইঞ্চ দীৰ্ঘ পৱাক্ষ ও $2\frac{1}{2}$ "-ইঞ্চ উপাক্ষ দিশিষ্ট এক উপরভৰেৰ পৱাক্ষেৰ সমৰেখায় ও তাহাৰ বাম প্রান্ত হইতে $2\frac{1}{2}$ " দূৰে অবস্থিত কোন বিন্দু হইতে উপবৃক্ষেৰ উপরে দুইটি স্পৰ্শকৰেখা অঙ্কিত কৰ।

44. 5 সেণ্টিমিটাৰ ব্যাসেৰ এক বৃক্ষেৰ ইন্ভোলিউট (involute) ৰেখা অঙ্কিত কৰ।

45. নিয়ামক (directrix) ৰেখা হইতে কোন অধিবৃক্ষেৰ মাত্ৰি 3"-ইঞ্চ, এবং উহাৰ ভূজ (abscissa) 5"-ইঞ্চ হইলে, উপৰি-উক্ত সম্পূৰ্ণ অধিবৃক্ষ (parabola) অঙ্কিত কৰ।

অয়োদশ পরিচ্ছেদ

46. বিন্দুৰ মত সূক্ষ্ম কোন বস্তু ভূমিৰেখা হইতে 5 সেণ্টিমিটাৰ উপৰে উৰ্ধাধঃ-তলেৰ সঙ্গে লাগিয়া আছে; ইহাৰ প্র্যান ও পুৱোদৃশ্য অঙ্কিত কৰ।

47. কোন বিন্দু ক্ষিতিতলে ভূমিৰেখা হইতে 5 সেণ্টিমিটাৰ দূৰে পড়িয়া আছে; ইহাৰ প্র্যান ও পুৱোদৃশ্য অঙ্কিত কৰ।

48. কোন বিন্দু ক্ষিতিতল হইতে 3 সেণ্টিমিটাৰ উৰ্ধে ও উৰ্ধাধঃ-তল হইতে 2 সেণ্টিমিটাৰ দূৰে অবস্থিত আছে; ইহাৰ প্র্যান ও পুৱোদৃশ্য অঙ্কিত কৰ।

49. 4.5 সেণ্টিমিটাৰ লম্বা এক সূক্ষ্ম সৱলৱৈধিক তাৰ ভূমিৰেখা হইতে 2 সেণ্টিমিটাৰ দূৰে ও 3 সেণ্টিমিটাৰ উৰ্ধে উৰ্ধাধঃ-তলেৰ অমূলস্বভাৱে অবস্থিত থাকিলে, তাহাৰ প্র্যান ও পুৱোদৃশ্য কি হইবে?

50. 7 সেণ্টিমিটাৰ দীৰ্ঘ একটি সূক্ষ্ম সৱলৱৈধিক তাৰ ঘৰেৱ এক কোণে দাঢ় কৱাইয়া রাখা হইয়াছে; উহাৰ নিম্নপ্রান্ত সমূখ্যেৰ ভূমিৰেখা হইতে 3 সেণ্টিমিটাৰ ও বামপার্শেৰ ভূমিৰেখা হইতে 2 সেণ্টিমিটাৰ দূৰে রহিয়াছে; ইহাৰ প্র্যান ও পুৱোদৃশ্য অঙ্কিত কৰ; এবং প্র্যান, পুৱোদৃশ্য ও পাৰ্শ্বদৃশ্য হইতে ইহাৰ প্ৰক্ষেপিত দৈৰ্ঘ্য নিৰ্গত কৰ।

51. কোন সৱলৱৈধিক ভূমিতলেৰ সহিত 60° -ভিত্তি আনতিতে, এবং উৰ্ধাধঃ-

তলের সমান্তরালে থাকা অবস্থায় তাহার প্রক্ষেপিত দৈর্ঘ্য ৩ সেন্টিমিটার ; উহার প্র্যান এবং প্রকৃত দৈর্ঘ্য নির্ণয় কর ।

52. এক সরলরেখা উর্ধ্বাধঃ-তলের সহিত 30° -ডিগ্রি ও ভূমিতলের সহিত 60° -ডিগ্রি আনতিতে অবস্থান করিতেছে ; সরল-রেখার উপরের প্রান্ত ভূমি-রেখার ৪ সেন্টিমিটার উপরে অবস্থিত । রেখার প্রকৃত দৈর্ঘ্য নির্ণয় কর ।

53. ABC এক পাত্রে কাগজের ত্রিভুজ ; উহার CAB-কোণ 30° -ডিগ্রি, ABC-কোণ 60° -ডিগ্রি, এবং AB-বাহুর দৈর্ঘ্য ৩"-ইঞ্চি । ত্রিভুজের AB-বাহু উর্ধ্বাধঃ-তলের সহিত 30° -ডিগ্রি আনতিতে ভূমিতলের সমান্তরালে, ও উহা হইতে $1\frac{1}{2}$ "-ইঞ্চি উর্ধ্বে অবস্থিত ; উহার পুরোদৃশ্য অঙ্কিত কর, ও প্রক্ষেপিত দৈর্ঘ্য নির্ণয় কর । AC-রেখার প্রক্ষেপিত দৈর্ঘ্য কত হইবে ?

54. $1\frac{1}{2}$ "-ইঞ্চি বাহু বিশিষ্ট বর্গক্ষেত্রের এক কর্ণ উর্ধ্বাধঃ-তলের সমান্তরাল ও অপর কর্ণ ভূমিতলের সহিত 30° -ডিগ্রি আনতিতে আনত ; বর্গক্ষেত্রের প্র্যান ও পুরোদৃশ্য অঙ্কিত কর ।

55. $1\frac{1}{2}$ "-ইঞ্চি বাহু বিশিষ্ট বর্গক্ষেত্রের এক বাহু উর্ধ্বাধঃ-তলের সহিত 45° -ডিগ্রি আনতিতে আনত, ও এক কর্ণ উর্ধ্বাধঃ এবং ক্রিতিতল—উভয় তলের সমান্তরালে থাকিলে তাহার প্র্যান ও পুরোদৃশ্য অঙ্কিত কর ।

56. ২ সেন্টিমিটার বাহু বিশিষ্ট স্বষ্ম পঞ্চভুজের একবাহু উর্ধ্বাধঃ-তলের সহিত 30° -ডিগ্রিতে আনত অবস্থায় ভূমিতলে রাখিয়াছে ; উহার পুরোদৃশ্য অঙ্কিত কর । অনন্তর উহার তল (plane)-কে 45° -ডিগ্রি উন্নত কর ও তাহার প্র্যান অঙ্কিত কর ।

57. ২ সেন্টিমিটার বাহু বিশিষ্ট স্বষ্ম পঞ্চভুজ ভূমিতলে এমনভাবে আছে যে, তাহার একবাহু উর্ধ্বাধঃ-তলের অনুলমিতভাবে অবস্থিত ; উহার পুরোদৃশ্য অঙ্কিত কর । অনন্তর উহার তল (plane)-কে 30° -ডিগ্রি উন্নত কর ও তাহার প্র্যান অঙ্কিত কর ।

58. $1\frac{1}{2}$ সেন্টিমিটার বাহু বিশিষ্ট এক সমষ্টি-ভুজকে অনুশীলনী ৫৬-এর মত স্থাপন করিয়া তাহার পুরোদৃশ্য, এবং তৎপরে তাহার তলকে 45° -ডিগ্রি উন্নত করিয়া তাহার প্র্যান অঙ্কিত কর ।

59. ১ $\frac{1}{2}$ সেক্টিমিটার বাহি বিশিষ্ট এক সমস্তভূজকে অঙ্গীকৃতী ৫৭-এর মত স্থাপন করিয়া তাহার পুরোদৃশ্য, এবং তৎপরে তাহার তলকে 30° -ডিগ্রি উন্নত করিয়া তাহার প্র্যান অঙ্কিত কর।

চতুর্দশ পরিচ্ছেদ

60. কান 1"-ইঞ্চি বাহি বিশিষ্ট ঘনক ভূমিতলে এখনভাবে অবাস্থিত থে, তাহার দুই শয়ান পার্শ্বতল (horizontal faces), ভূমিতল ও উর্ধ্বাধঃ-তল,—উভয়েরই সমান্তরাল এবং দুইটি পার্শ (side faces) উভয় তলের অঙ্গুষ্ঠ ; ঘনকের প্র্যান ও পুরোদৃশ্য অঙ্কিত কর।

61. 1"-ইঞ্চি ঘনকটি ভূমিতলে এমন ভাবে আছে যে তাহার দুই উর্ধ্বাধঃ-পার্শ উর্ধ্বাধঃ-তলের সহিত 50° -ডিগ্রি আনতিতে আনত, ও দুই শয়ান-তল ভূমিতলের সমান্তরাল ; ইহার প্র্যান ও পুরোদৃশ্য অঙ্কিত কর।

62. 1"-ইঞ্চি ঘনকের একটি কোণীয় রেখা (edge) ভূমিরেখার উপরে উর্ধ্বাধঃ-তলের সমান্তরালে রাখিয়াছে ও তাহার এক পার্শতল ভূমিরেখার সহিত 40° -ডিগ্রিতে আনত ; ইহার প্র্যান ও পুরোদৃশ্য অঙ্কিত কর।

63. যদি অঙ্গীকৃতী ৬২-এর ঘনকের পার্শতলকে ভূমিরেখার সহিত 45° -ডিগ্রিতে ঘূরাইয়া দেওয়া যায়, তবে তাহার প্র্যান ও পুরোদৃশ্য অঙ্কিত কর।

64. 1"-ইঞ্চি বাহুর ঘনককে উহার দুই উর্ধ্বাধঃ পার্শতল উভয় তলের সমান্তরাল, এবং অপর দুই পার্শতল উভয় তলের অঙ্গুষ্ঠভাবে ভূমিতলের উপরে বসান আছে ; উহাকে সম্মুখদিকে 30° -ডিগ্রি হেলান' হইল ; উহার প্র্যান ও পুরোদৃশ্য অঙ্কিত কর [প্রথমে পার্শদৃশ্য রচনা করিয়া হেলান' অবস্থার চিত্র আঁক]।

পঞ্চদশ পরিচ্ছেদ

65. ৩ সেক্টিমিটার ভূজ বিশিষ্ট এক সমবাহি ত্রিকোণ প্রিজম, এক কোণীয় রেখা উর্ধ্বাধঃ-তলের সমান্তরালে ও এক প্রান্ত-তলকে (end-face) ভূমিতলের উপরে রাখিয়া দাঢ়াইয়া আছে। তাহার প্র্যান ও পুরোদৃশ্য অঙ্কিত কর।

66. উপরেৰ প্ৰিজমকে দক্ষিণ দিকে 35° -ডিগ্ৰি আনত কৰিয়া তাহাৰ প্ৰ্যান
ও পুৱোদৃশ্য অঙ্কিত কৰ।

67. $1\frac{1}{2}$ "-ইঞ্চ বাছ ও 36° -ডিগ্ৰি সমিহিত কোণবিশিষ্ট এক সমবিবাহ
জিকোণ প্ৰিজমেৰ অক্ষৱেখা উৰ্ধাধঃ-তলেৰ সমান্তৰালে ও তাহাৰ নিম্নপ্রাঙ্গীয়
জিভূজেৰ ক্ষুদ্ৰতম বাছটি উৰ্ধাধঃ তলেৰ সহিত 45° -ডিগ্ৰিতে আনত ; প্ৰিজমেৰ
প্ৰ্যান ও পুৱোদৃশ্য অঙ্কিত কৰ। প্ৰিজমেৰ উচ্চতা $2\frac{1}{2}$ " ইঞ্চ।

68. $1\frac{1}{2}$ "-ইঞ্চ বাছ ও 36° -ডিগ্ৰি সমিহিত কোণবিশিষ্ট, এবং $2\frac{1}{2}$ " উচ্চ সমবিবাহ
জিকোণ প্ৰিজমটি ভূমিতলেৰ উপৰে এমন ভাবে আছে যে, তাহাৰ অক্ষৱেখা
উৰ্ধাধঃ-তলেৰ সহিত 45° -ডিগ্ৰিতে আনত ; ইহাৰ পুৱোদৃশ্য অঙ্কিত কৰ।
এইবাৰ প্ৰিজমেৰ আধাৱকে ভূমিৱেখাৰ সহিত 60° -ডিগ্ৰি উন্নতিতে উন্নত কৰ ও
তাহাৰ পুৱোদৃশ্য ও প্ৰ্যান অঙ্কিত কৰ।

ৰোড়শ পৱিচ্ছেদ

69. ২ সেন্টিমিটাৰ বাছ ও ৫ সেন্টিমিটাৰ দৈৰ্ঘ্যেৰ এক স্বৰ্ম পঞ্চকোণ
প্ৰিজমেৰ অক্ষৱেখা, ভূমিতল ও উৰ্ধাধঃ-তল,—উভয়েৰ সমান্তৰালে রহিয়াছে ও
উহা ভূমিতলেৰ উপৰে পড়িয়া আছে ; উহাৰ অক্ষৱেখাকে উৰ্ধাধঃ-তলেৰ দিকে
 40° -ডিগ্ৰি আনত কৰ, ও তাহাৰ পুৱোদৃশ্য অঙ্কিত কৰ।

70. ২ সেন্টিমিটাৰ বাছ ও ৫ সেন্টিমিটাৰ দীৰ্ঘ এক স্বৰ্ম ষটকোণ
অক্ষৱেখা উৰ্ধাধঃ-তলেৰ সমান্তৰালে এবং তাহাৰ আধাৱেৰ এক বাছ উৰ্ধাধঃ-
তলেৰ সহিত 25° -ডিগ্ৰি আনতিতে আনত অবস্থায় আছে ; ইহাৰ প্ৰ্যান ও
পুৱোদৃশ্য অঙ্কিত কৰ। অতঃপৰ পুৱোদৃশ্যে প্ৰিজমেৰ অক্ষৱেখাকে সমুখেৰ দিকে
 30° -ডিগ্ৰি আনত কৰিয়া তাহাৰ প্ৰ্যান ও পুৱোদৃশ্য অঙ্কিত কৰ।

71. এক $1\cdot5$ -ইঞ্চ দীৰ্ঘ বাছ বিশিষ্ট সমবাহ জিকোণ পিৱামিডেৰ ধাড়া উচ্চতা
(বা “ধাড়াই”) অক্ষনেৰ সাহায্যে নিৰূপণ কৰ।

72. কোন $1\cdot5$ -ইঞ্চ দীৰ্ঘ বাছ বিশিষ্ট জিকোণ পিৱামিডেৰ আধাৱেৰ এক ভূজ
উৰ্ধাধঃ-তলেৰ সহিত 45° -ডিগ্ৰি আনতিতে, ও অক্ষৱেখাকে উৰ্ধাধঃ-তলেৰ

সমান্তরালে রাখিয়া অবস্থিত ; উহার অক্ষরেখাকে ভূমিরেখার সহিত 35° -ডিগ্রিতে আনত করা হইল ; এই অবস্থার প্র্যান ও পুরোদৃশ্য অঙ্কিত কর ।

73. $2\frac{1}{2}$ সেটিমিটার বাহুর আধার ও $3\frac{1}{2}$ সেটিমিটার খাড়া উচ্চতা বিশিষ্ট কোন চতুর্কোণ পিরামিড ভূমিতলের সহিত 60° -ডিগ্রি আনতিতে দাঢ়াইয়া আছে ; উহার প্র্যান ও পুরোদৃশ্য অঙ্কিত কর । অনন্তর উহাকে এমনভাবে শুয়াইয়া দিও যাহাতে তাহার আধার-তল উর্ধ্বাধঃ-তল ও ভূমিতল, —উভয়েরই অঙ্গুলস্বরূপ থাকে ; এই অবস্থার প্র্যান ও পুরোদৃশ্য অঙ্কিত কর ।

74. ২ সেটিমিটার বাহু ও ৪ সেটিমিটার খাড়া উচ্চতা বিশিষ্ট কোন স্বৰ্য পঞ্চকোণ পিরামিড, কোন এক কোণীয়রেখা (edge)-কে ভূমিরেখার সম্মিলিত করিয়া তাহা হইতে $1\frac{1}{2}$ সেটিমিটার দূরে ভূমিতলের উপরে অক্ষরেখাকে উর্ধ্বাধঃ-তলের সমান্তরালে রাখিয়া অবস্থিত । এইবার যদি উহাকে এমনভাবে শুয়াইয়া দেওয়া যায় যে উহার শীর্ষবিন্দু ভূমিরেখা স্পর্শ করে, তবে তাহার পুরোদৃশ্য ও প্র্যান অঙ্কিত কর ।

75. উপরের অঙ্গীকৃতির পরিমাপ বিশিষ্ট ও অনুকরণ অবস্থায় স্থাপিত এক স্বৰ্য ষষ্ঠিকোণ পিরামিডের প্র্যান ও পুরোদৃশ্য অঙ্কিত কর ।

76. উপরের পরিমাপের অনুকরণ অবস্থায় অবস্থিত এক স্বৰ্য অষ্টভূজ পিরামিডের প্র্যান ও পুরোদৃশ্য অঙ্কিত কর ।

77. $2\frac{1}{2}$ সেটিমিটার বাহুবিশিষ্ট এক ঘনক, তাহার এক পার্শ্বতল (one face) উর্ধ্বাধঃ-তলের সমান্তরালে ভূমিতলের সহিত এমন ভাবে আছে যে, তাহার আধারের এক বাহু উর্ধ্বাধঃ-তলের সহিত 45° -ডিগ্রিতে আনত । ঘনকের পুরোদৃশ্যের কোন কোণকে উর্ধ্বাধঃ-তলের অঙ্গুল, ও ভূমিতলের সহিত 40° ডিগ্রিতে আনত এক তল দ্বারা ছেদিত করা হইলে উহার ছেদিত পার্শ্বদৃশ্য অঙ্কিত কর ।

78. $2\frac{1}{2}$ সেটিমিটার বাহু ও ৪ সেটিমিটার উচ্চতা বিশিষ্ট কোন সমচতুর্কোণ প্রিজমকে ভূমিরেখার উপরে, উহার এক কোণীয় রেখা (edge)-কে ঐ রেখার সহিত 60° -ডিগ্রি আনতিতে আনত করিয়া শুয়াইয়া রাখা হইয়াছে । প্রিজমের অক্ষরেখা উভয় তলের সমান্তরাল । এখন যদি ভূমিরেখার সহিত 45° -ডিগ্রিতে

আনত এক উৰ্ধাধঃ-তলেৱ দ্বাৰা প্ৰিজ্মকে ছেদ কৰা যায়, তবে তাহাৰ ছেদিত পুৰোনোগুলি ও প্ৰয়ান অক্ষিত কৰ।

79. ২ সেটিমিটাৰ বাহু ও $\frac{1}{2}$ সেটিমিটাৰ উচ্চতা বিশিষ্ট এক সমষ্টি ভূজ প্ৰিজ্ম ভূমিতলেৱ উপৰ থাড়া ভাবে দাঢ়াইয়া আছে; উহাৰ আধাৰেৱ দুই বিপৰীত বাহু উভয় তলেৱ সমান্তৰাল। এখন যদি প্ৰিজ্মকে কোন এক তলেৱ দ্বাৰা এমনভাৱে কৰ্তন কৰা যায় যাহা উৰ্ধাধঃ-তলেৱ অনুলম কিন্তু ভূমিতলেৱ সহিত 45° -ডিগ্ৰি কোণে আনত, এবং ঐ ছেদনতল প্ৰিজ্মেৱ আধাৰে হইতে অক্ষৱেথাকে $2\frac{1}{2}$ সেটিমিটাৰ উৰ্ধবৎ দিয়া ছেদ কৰিয়া চলিয়া যায়, তবে ছেদিত অংশেৱ প্ৰকৃত আকাৰ অক্ষন কৰ।

80. উপৰেৱ সমষ্টি ভূজ প্ৰিজ্ম ভূমিতলেৱ উপৰে তাহাৰ আধাৰেৱ এক বাহু লগ কৰিয়া উহাৰ অক্ষৱেথাকে ভূমিৱেথাৰ সহিত 40° -ডিগ্ৰি আনতিতে, ও উৰ্ধাধঃ-তলেৱ সমান্তৰালে অবস্থিত আছে; যদি ভূমিৱেথা হইতে ৩ সেটিমিটাৰ উৰ্ধবৎ দিয়া এক অনুভূমিক ছেদনতলেৱ দ্বাৰা উহাকে ছেদ কৰা যায়, তবে প্ৰিজ্মেৱ ছেদিত প্ৰয়ান ও ছেদিত অংশেৱ প্ৰকৃত আকাৰ অক্ষন কৰ।

81. কোন ২ সেটিমিটাৰ ভূজ বিশিষ্ট আধাৰেৱ সমচতুকোণ পিৱামিডেৱ থাড়া উচ্চতা ৪ সেটিমিটাৰ; উহা অনুভূমিক তলেৱ এক সেটিমিটাৰ উৰ্ধবৎ তাহাৰ অক্ষকে উৰ্ধাধঃ ভাবেও উৰ্ধাধঃ-তলেৱ সমান্তৰালে রাখিয়া এমন ভাবে অবস্থিত আছে যে, পিৱামিডেৱ আধাৰেৱ এক বাহু উৰ্ধাধঃ-তলেৱ সহিত 40° -ডিগ্ৰি আনতিতে আনত। ভূমিৱেথা হইতে ৩ সেটিমিটাৰ উৰ্ধবৎ অক্ষৱেথাৰ উপৰেৱ এক বিন্দু স্পৰ্শ কৰিয়া এমন এক ছেদনতল দ্বাৰা ঐ প্ৰিজ্ম কৰ্তিত, যাহা ভূমিতলেৱ সহিত 45° -ডিগ্ৰিতে আনত। প্ৰিজ্মেৱ ছেদিত প্ৰয়ান ও ছেদনতলেৱ প্ৰকৃত আকাৰ অক্ষন কৰ।

82. অহুশীলনী ৪০-ৰ অনুকূল অবস্থায় অবস্থিত ও অনুকূলপত্রভাবে ছেদিত $1\frac{1}{2}$ সেটিমিটাৰ আধাৰেৱ বাহু ও ৪ সেটিমিটাৰ থাড়া উচ্চতা বিশিষ্ট সমষ্টিকোণী পিৱামিডেৱ ছেদিত প্ৰয়ান ও ছেদনতলেৱ প্ৰকৃত আকাৰ অক্ষন কৰ।

83. যদি উপৰেৱ সমষ্টিকোণী পিৱামিড উহাৰ আধাৰেৱ এক বাহু ভূমিৱেথাৰ সহিত 40° -ডিগ্ৰি কোণে অবস্থিত থাকে, এবং অবশিষ্ট সমষ্টি বিবৰণ

অনুশীলনী ৪১ ও ৪২-র মত হয়, তবে তাহার ধনিক প্র্যান ও ছেদনতলের প্রকৃত আকার অঙ্কন কর।

৪৪. ৩' ৫" সেক্টিয়িটার বাছ বিশিষ্ট আধাৱ ও ৬' ৬" সেক্টিয়িটার থাড়া উচ্চতা-বিশিষ্ট এক সমগুকোণী পিৱামিড তাহার আধাৱেৱ এক বাছকে ভূমিৱেখাৱ মাঞ্চৱালে রাখিয়া থাড়া দাঢ়াইয়া আছে। উহাকে এমন ভাবে ঘূৱাইয়া দাও যাহাতে উহার অক্ষৱেখা উৰ্ধাধঃ-তল ও ভূমিতল, উভয়েই সমাঞ্চৱাল হয়। এইবাবে উহার প্র্যানকে শয়ান-ৱেখাৱ সহিত 25° -ডিগ্ৰি আনতিতে আনত এক তলেৱ দ্বাৰা ছেদ কৰ; তাহার ছেদিত পুৱোদৃশ ও ছেদনতলেৱ প্রকৃত আকার দ্বাহা হয়, তাহা অঙ্কিত কৰ।

৪৫. অনুশীলনী ৪৪-এৰ অনুকূপ পৱিমাপ ও বিবৱণ সংলিত এক স্বৰ্য অষ্টভূজ পিৱামিডেৱ ছেদিত পুৱোদৃশ ছেদনতলেৱ প্রকৃত আকার অঙ্কিত কৰ।

সপ্তদশ পরিচ্ছেদ

[স্কেলগুলি I.S.I. অনুমোদিত প্ৰথায় আৰিতে হইবে]

৪৬. Representative Fraction (R.F.) কাহাকে বলে?

৪৭. স্কেল কয় প্ৰকাৰ? উহাদেৱ নাম কৰ, ও পাৰ্থক্য বুৱাইয়া দাও।

৪৮. যদি কোন স্কেল এমন হয় যে উহার $4''$ -ইঞ্চ দৈৰ্ঘ্য 6 ফুট-এৰ সমান, তবে তাহার R.F. কত? ঐ P.F. লইয়া 6 ইঞ্চ লম্বা, এবং তাহাতে ফুট ও ইঞ্চ দেখাইয়া, এক স্কেল গঠন কৰ। তাহার দ্বাৰা কত দূৰত্ব পৰ্যন্ত মাপা চলিতে পাৱে?

৪৯. R. F. = $\frac{1}{4}$ লইয়া এক স্কেল গঠন কৰ যাহাতে গজ ও ফুট দেখান' থাকে। ঐ স্কেলেৱ উপৱে 3 গজ 5 ফুট 7 ইঞ্চ দূৰত্ব নিৰ্দেশ কৰ।

৫০. R. F. = $\frac{1}{8}$ -এৰ 6 -ইঞ্চ লম্বা স্কেলে উৰ্ধঃতম কত গজ কত ফুট পৰ্যন্ত দেখান' যাইতে পাৱে? ইহার উপৱে 15 গজ 1 ফুট দূৰত্ব নিৰ্দেশ কৰ।

৫১. $1'' = 40$. ফুট-এৰ এক স্কেল বচনা কৱিয়া তাহাতে 250 ফুট নিৰ্দেশ কৰ; ঐ স্কেল কত ইঞ্চ দীৰ্ঘ হইবে?

92. কোন মানচিত্রে ৫০ কিলোমিটার দূরত্ব = $2\frac{1}{2}$ ইঞ্চি থাকিলে ক্ষেলের R.F. কত? ইহার অপেক্ষিক ক্ষেল,—কিলোমিটার এবং মাইল,—ছাইই অঙ্কিত কর।

93. ডায়াগোগ্রাম স্কেল-গঠনের মূল কথা কি?

94. গজ, ফুট ও ইঞ্চি দেখাইতে, $\frac{1}{12}$ R.F.-এর এক ক্ষেল রচনা কর।

95. উপরের ক্ষেলে ২ গজ ২ ফুট ২ ইঞ্চি নির্দেশ কর।

96. ইঞ্চি, তাহার দশমাংশ ও শতাংশ দেখাইবার এক পূর্ণাঙ্গতি ডায়াগোগ্রাম স্কেল রচনা কর। ঐ ক্ষেলে ৪.৫৭ ইঞ্চি নির্দেশ কর।

97. ‘অ্যাম্যানক’ বা কর্ড-ক্ষেলের সাহায্যে কেবল ভাবে যে-কোন কোণ অঙ্কন করিতে পারা যায়?

98. কর্ড-ক্ষেলের সাহায্যে 36° , 59° , ও 76° -জ্যি কোণ রচনা কর।

99. প্রোট্র্যাক্টারের সাহায্যে 63° -জ্যির এক কোণ অঙ্কিত করিয়া কর্ড-ক্ষেলের সাহায্যে তাহার নির্ভুলতা পরীক্ষা কর।

100. $1''=40$ ফুট ক্ষেলের মানচিত্র রচনা করিতে এঞ্জিনিয়ারদের কোন ক্ষেল কিভাবে ব্যবহার করিবে?

বর্ণানুক্রমিক সূচী

অ

- অধিবৃত্ত অঙ্কন ১০, ১১
- অনুভূতি প্রক্ষেপ ৮১
- অনুশীলনী ১৩৯
- অস্ত্রবৃত্ত ৫২, ৬৩, ৬৪, ৬৫
- অভিলম্ব (normal) ৬৮
- অর্থোগোল্ডাল প্রোজেকশন ৮১
- অর্থোগ্রাফিক প্রোজেকশন ৮১
- অষ্টভূজ ৫১ ১২
- অক্ষরেখা ১০১, ১১০, ১১২,
- অক্ষর, 'গথিক' ৩৩, ৩৪, ৩৫, ৩৬, ৩৭
- অক্ষর মুদ্রণ ৩০ হইতে ৩৮
- " " -এর প্রথা ৩৮
- " ", 'গোম্যান' ৩৭

আ

- আপেক্ষিক ক্ষেল ১৩৬
- আব্রাকার 'টাই' ২১, ২২
- আঁকিবার যন্ত্রপাতি ১
- অ্যাটলাস (কাগজ) ১
- অ্যাটিকোয়্যারিয়ান (কাগজ) ১

ই

- ইক, 'ইগ্নিয়ান' ২০
- ", 'চাইনিজ' ১৯
- ইন্ডোপ্লিউট ৬১, ৬৯
- 'ইগ্নিয়ান স্ট্যান্ডার্ড ইনসিউট'
- ৮১ (পাদটীকা), ১৩৮
- ইস্পৌরিয়াল (কাগজ) ১, ২৪

উ

- উপবনক ৯৫
- উপবৃত্ত ৬১, ৬৪, ৬৫, ৬৬, ৬৭, ৬৮, ৬৯
- উপবৃত্ত অঙ্কন, আল্পিন
- ও সূতা দিয়া ৬৫
- উপবৃত্ত, কাগজের চিত্তা দিয়া ৬৫
- ", বৃত্ত আঁকিয়া ৬৬
- ", অভিলম্ব অঙ্কন ৬৮
- ", পরাক্ষ ও উপাক্ষ নির্গম ৬৭
- ", স্পর্শক অঙ্কন ৬৭, ৬৮
- উপাদান প্রদর্শনের প্রণালী ১৩০
- উপাক্ষ (minor axis) ৬১, ৬৪, ৬৫, ৬৬, ৬৭

ঞ

- উর্ধ্বাধঃ-তল (vertical plane) ১৫

শ

- খড়ু-রেখ ক্ষেত্রে 'অভ্যন্তরে অস্ত্রবৃত্ত' অঙ্কন ১২

এ

- এক্স্টেনশন পীস ১৪
- এজিনিয়ারদের ক্ষেল ১৪৩
- এলিভেশন ১৫

ক

- কম্পাস, ১, ১০, ১১, ১৪
- কর্ণ-মানক ১৩৮
- কর্ড-ক্ষেল ১৪২
- কাগজ কার্টুজ ২

কাগজ, ড্ৰিং

কাৰ্ড, ট্ৰেঞ্চ-১, ১

কালি দেওয়াৱ নিয়ম ২৬

কেমন কৱিয়া অক্ষন-কল্প কৱিতে ইন্দ ২৪

কোটি (ordinate) ১

কোণ অক্ষন ৮, ৪১, ৪২, ৪৩, ৪৪, ৪৫, ৪৬

” ও বেথাকে বিখণ্ণত কৱা ৩৯, ৪০

কোণ পৰীক্ষা ৬

খণ্ডিত দৃশ্য ১১৪

খাড়া উচ্চতা ১০১

খাড়া ‘গথিক’ অক্ষর ৩৩, ৩৪, ৩৬

খাড়া ‘ব্ৰোম্যান’ ” ৩৭

গ

‘গথিক’ অক্ষর ৩৩, ৩৪, ৩৫, ৩৬, ৩৭

ঘনক ৯৫, ১৬, ১৭, ১৯, ১০১, ১১৬,

“ ১১৭, ১১৮,

ঘনকেৰ প্ৰক্ৰিপ্তি ৯৬, ১১, ১৮, ১৯, ১০১

ঘন-বস্তু (solid) ১৩

ছেদ-চিত্ৰ (sectional views) ১১৪

হইতে ১২১

ছোট হাতেৰ সেখা ৩৬, ৩৭

জ্যামান্তক অক্ষন ১

টা কোষ্যাবু ৪৫, ৫, ৪

ট্র্যাপিজিয়ন ৫৪

ট্র্যাপিজিয়াম ৫৪ (পাদটীকা)

ড

ডবল-এলিফ্যাণ্ট (কাগজ) ১

‘ডারাগোভাল’ স্কেল ১৩৬, ১৩

ডিভাইডাৰ ১, ১০, ১১, ১২, ১৩

ডিমাই (কাপড়) ১

ড্ৰিং কাগজ ১

” পিন ২, ২৫

” পেন ১, ১৭, ১৮, ১৯

” ড্ৰিং পেন্সিল ১৬

” ড্ৰিং বোর্ড ১, ২

ত

তল, ড়মি- বা ক্রিতি-৭৪

”, উৎৰোধঃ- ৭৫

‘তৌবেৰ ফলা’ অক্ষন ১৪৬

তুলনামূলক স্কেল ১৩৬

‘তৃতীয়-পাদ’ বা ‘তৃতীয়-কোণ’

প্ৰক্ৰিপ্তি ৭৯,

জিকোণ প্ৰিজমেৰ প্ৰক্ৰিপ্তি ১০২, :

জিভুজেৰ প্ৰক্ৰিপ্তি ৮১

চতুৰ্কোণ পিঙ্গামিড ১০৮, ১০৯, ১২২,
১২৩, ১২৪

” প্ৰিজম (ছেদচিত্ৰ) ১১৯

‘চাইনিজ’ ইন্দ ১৯

” ” শুলিবাৰ পাত্ৰ ১৯

‘চানা’ বা প্ৰেক্ষ্যাকৃটাৰ ১, ২১, ২২

‘চানা’ৰ সাহায্যে কোণ গঠন ৪২

চিত্ৰ-অক্ষনেৰ পদ্ধতি ৮১

প্রক্ষেপ

- নাভি (nabhi) ৫৩, ৬২, ৬৪, ৬৭, ৬৮
নির্মানক (directive) ১০, ১১
নির্ধন্ত ১৬১
'নী'-অয়েন্ট (knee joint) ৫৭, ১৪

পঞ্চকোণ প্রজ্ঞানের প্রক্ষেপ ১০৩
পঞ্চভূজ ৫৫, ৫৬, ৫৯, ৯৪
প্রধান (major axis) ৬১, ৬৪, ৬৫,
৬৬, ৬৭
পরিপ্রেক্ষিত দৃশ্য (perspective) ৭৩,
৭৭, ৮১
পিন, ড্রাইং- ২, ২৫
পিনামিড ১৫, ১০৬
 অষ্টকোণ ৭, ১১২
 চতুর্কোণ ১০৮, ১০৯, ১২২,
 ১২৩, ১২৪
 পঞ্চকোণ ১১০, ১২৯
 ষট্কোণ বা ষড়ভূজ ১০৫
 ১২৫, ১২৭
প্রের খাড়া উচ্চতা ১০৭
পুরোদৃশ্য (front elevation) ১৫, ৮৩,
৮৪
পেন, ড্রাইং- ১, ১৭, ১৮, ১৯
 ", লাইনিং- ১, ১৭
পেসিল-গ্যেন্ট ১৩, ১৬
পেসিলের দাগ তুলিবার পাত ১৭
প্রকৃত দৈর্ঘ্য (true length) ৮১, ৮৮
প্রোট্র্যাক্টার ২১, ২২
প্রতিচ্ছেদ বিন্দু (point of intersec-
tion) ১২৮
'প্রথম-পাদ' বা 'প্রথম-কোণ' প্রক্ষেপ ১৯
প্রক্ষেপ ১৩ হইতে ১১৩
প্রাক্তিক কার্য (practical work) ২৪
প্রিজম ১৫
 চতুর্কোণ ১১২
 " পঞ্চকোণ ১০৩
 " ষড়ভূজ ১০৫, ১২০, ১২১
'প্রোট্র্যাক্টার' ১, ২১, ২২
প্রোট্র্যাক্টারের সাহায্যে কোণ অঙ্ক
ন প্রয়োজন ১৪, ৮৪
ক
ফোকাস (focus) ৬১, ৬২, ৬৫, ৬৭, ৬৮
৬৯, ৭১
'ক্রেঞ্চ-কার্ড' ১, ৭৩
ব
ষড়-হাতের লেখা—৩১, ৩২, ৩৩, ৩৪,
৩৫, ৩৬, ৩৭
বর্গক্ষেত্র ১, ৫৩, ৫৪, ৯০, ১৩
বহুফলকের (Polyhedrons) প্রক্ষেপ
১০৩, ১০৪, ১০৫
বহুভূজ ৫৬, ৫৭, ৫৯, ৬০
বিবর্ধিত চিত্র (developed dia-
gram) ১৮
'বো-ডিভাইডার' ১১
'বো-পেন' ১, ১৫,
'বো-পেসিল' ১, ১৬

বোর্ড, ড্রয়িং- ১, ২
বৃত্ত ৪৮, ৪৯, ৫০
ব্লক প্রিন্টিং ৩০

ভূজ (abscissa) ১০, ১১

ভূমিতল (horizontal plane) ১১

ভূমিরেখা ১১

ম

'মানক' (scale) ১৩২, হইতে ১৪৪

মাপাক লিখন (Dimensioning) ১৪১

মিডিয়াম (কাগজ) ১

ব

বন্ধাদিয়াল বিবরণ ও ব্যবহার ১০

ব

বয়়াল (কাগজ) ১

", সুপার- (কাগজ) ১

বিপ্রেজেন্টেটিভ ফ্র্যাকশন (R. F.) ১৩২

রেখা অঙ্কন ১

রেখা ও কোণকে দ্বিশান্তিত করা ৩৯

রেখাকে বহুভাবে ভাগ করা ৪১

রেখার প্রকার ভেদ ২৬, ২৯

'রোম্যান' অঙ্কন ৩১

R. F. ১৩২

ল

লম্ব ৪৪

লাইন-পেন ১, ১৭

লাইনের প্রকার-ভেদ ২১

শ

শঙ্কু (cone) ১৫, ১০৬

শীর্ষবিন্দু (vertex) ১০৬, ১২৫; ১

শীর্ষবিন্দু (vertex) ১০৬

শ্যাম ১৩

ষ

ষষ্ঠ অঙ্ক ৫৫ ৫৭ ৬০

সকেচ ১৩, ১১

সপ্তভূজ ৬০

সামান্তরিক (parallelogram) ১১

সুপার-বয়়াল (কাগজ) ১

স্বষ্ম বহুভূজ ৫৬, ৫৭, ৫৯, ৬০,

সেট-কোয়্যাল ১, ৫, ৬

সেট-কোয়্যাল পরীক্ষা ৬

সেট-কোয়্যালের সাহায্যে কোণগঠ

ক্ষেল ১, ১৩২ হইতে ১৪৪

" অঙ্ক প্রণালী ১৩৪

", এক্সিনিয়ারিংদের ১৪৩

" কর্ড ১৪২

", I.S. I. অঙ্কন প্রণা

", 'ডায়াগোনাল' (Diagonal)

ক্ষেল, তুলনামূলক (comparative

স্পর্শক রেখা, ৪৮, ৪৯, ৫০, ৫১, ৫২

হ

হেলান 'গথিক' অঙ্কন ৩৫, ৩৬, ৩

" 'রোম্যান' " ৩১

ক

ক্রিতি-প্রক্ষেপ ১৪

ক্রিতিতল (horizontal plane) ১

